4/12

Luidsprekersystemen

Inhoud

4/12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

(verschenen in de 122e aanvulling)

4/12.11 Advantage-Sub, een gesloten box voor 45 cm subwoofers

(verschenen in de 122e aanvulling)

4/12.1

Een universele luidspreker-beveiliging

In feite is het onverantwoord dat luidspreker-systemen, die vaak meer dan *f* 500,00 per stuk kosten, zomaar aan eindversterkers worden aangesloten! Als er immers in een geluidsweergave-systeem iets kapot gaat, dan is het 9 kansen op 10 de eindversterker, dat is statistisch bewezen. En in de meeste gevallen slaat een van de eindtransistoren door, waardoor de volle voedings-spanning van de versterker (30 tot 60 V!) over de luidspreker met een impedantie van 4 à 7 Ohm komt te staan. Geen enkele luidspreker die dat langer dan een seconde overleeft! In het gunstige geval brandt een van de zeer dunne draadjes door, waarmee de beweeglijke conus met de luidspreker-aansluiting is verbonden. Dat is nog te repareren, maar vraag niet hoeveel het kost! In het ongunstigste geval echter, verandert de spreekspoel in een rokende massa kool.
Nu zult U zeggen: geen nood, mijn versterker is gezekerd.
In de praktijk blijkt echter dat die zekering vaak te traag werkt en bovendien hebben experimenten in verschillende laboratoria aangetoond dat de weergave-kwaliteit van een versterker wordt aangetast door de zekering, die in de luidspreker-leiding is opgenomen.

Vandaar dat zeer goede versterkers tegenwoordig allemaal zijn voorzien van een elektronische luidspreker-beveiliging. Een schakeling die onmiddellijk een relais-contact opgenomen in de luidspreker-aansluiting opent als er iets mis gaat met de uitgangs-spanning van de versterker.

De in dit hoofdstuk beschreven universele luidspreker-beveiliging kan in iedere versterker-systeem worden opgenomen en doet precies hetzelfde als zijn in dure versterkers ingebouwd broertje. Want zodra de spanning over de klemmen van de luidspreker een (instelbare) drempel overschrijdt, wordt een relais-contact geopend en de verbinding tussen versterker-uitgang en luidspreker verbroken.

Bespreking van de schakeling

Het eenvoudige schema van de beveiliging is getekend in figuur 4/12.1. Het uitgangs-signaal van de versterker wordt aangeboden aan een brug-gelijkrichter, opgebouwd uit de dioden D1 tot en met D4. De gevoeligheid van deze schakeling is afhankelijk van de waarde van de onderdelen C1, R1 en RV1. Voor signalen met een hoge frequentie heeft de condensator een te verwaarlozen impedantie en de brug wordt alleen door de weer-

12.1 Universele luidspreker beveiliging

stand R1 belast. Daalt de signaal-frequentie, dan neemt de impedantie van de condensator toe. De spanning, die aan de gelijkrichter wordt aangelegd neemt dus toe als de frequentie van het signaal afneemt. Is de frequentie van het signaal gelijk aan nul (gelijkspanning!) dan heeft de condensator een oneindig hoge impedantie en de volle uitgangs-spanning van de versterker wordt door de brug-gelijkrichter doorgekoppeld naar weerstand R2, die de ingang van de beveiligings-schakeling vormt.

De spanning over R2 wordt eerst door middel van de elco C2 afgevlakt en nadien aangeboden aan de ingang van een Schmitt-trigger. Deze schakeling is opgebouwd uit twee poorten van een CD 4049 B C-MOS IC. Door middel van de terugkoppeling van de uitgang naar de ingang (weerstanden R3 en R4) zal de schakeling aanspreken als de spanning op de ingang een bepaalde waarde overschrijdt. De uitgang van de schakeling wordt dan "H" en dit signaal laadt de condensator C3 op. De diode D5 voorkomt het onmiddellijk ontladen van de condensator als de uitgang van de Schmitt-trigger weer naar "L" zou gaan. Nu is de enige ontlaad-weg voor de condensator de hoge weerstand R5 en het duurt dan ook ongeveer 2 seconden alvorens de spanning over C3 tot onder de aanspreek-spanning van de poort 11/12 is gedaald.

Door deze ingebouwde tijds-vertraging werkt de schakeling ook prima als indicator voor oversturing van de luidspreker. Gaat het geluid plotsklaps "hikken", dus even aan en dan weer gedurende 2 seconde uit, dan weet men dat men de schakeling heeft aangesproken op een te hoge piek in het uitgangs-signaal en dat men de volume-knop op een iets lagere stand moet zetten!

De rest van de schakeling is overduidelijk! De spanning over C3 stuurt via twee invertors (deze vormen in feite een hoogimpedante buffer voor C3) de transistor T1 in geleiding en deze bekrachtigt het relais Ry1. Het contact van dit relais is geschakeld tussen de versterker-uitgang en de luidspreker. De schakeling verbruikt (uiteraard bij afgeschakeld relais) zo weinig stroom dat voeding uit een klein 9 V batterijtje verantwoord is. Hetgeen natuurlijk uitermate gemakkelijk is, want de beveiliging kan nu in een klein kastje op iedere gewenste plaats tussen versterker en luidspreker worden opgenomen. Wél kleeft er één groot bezwaar aan de batterij-voeding. Als men niet regelmatig de toestand van de batterij controleert kan het voorkomen dat deze niet meer in staat is het relais te voeden op dat ene moment dat het nu net wel nodig is. Vandaar een advies: overbrug de transistor met een klein drukknopje en druk daar af en toe even op. Als nu het geluid niet onmiddellijk wegvalt is het hoog tijd de batterij te vervangen!

De schakeling in de praktijk

Op de print van figuur 4/12.1 -3 is plaats voor twee schakelingen. Voor potentiometer RV1 kiest men dus een stereomodel dat op de frontplaat van het kastje wordt bevestigd. Nadat alle verbindingen zijn gelegd zet men de versterker aan en kiest een muziek-signaal zonder overduidelijke pieken. Een rustig achtergrondmuziekje, zogezegd. Draai nu de potentiometer langzaam open... Op een bepaald moment moeten de luidsprekers

12.1 Universele luidspreker beveiliging

verstommen. Verminder nu het volume van de versterkers. Na twee seconden moet het geluid weer aanwezig zijn. Dit is het bewijs dat de schakeling het doet. Over het afregelen valt eigenlijk weinig te vertellen. Draai het volume zover open tot de luidsprekers duidelijk hoorbaar gaan vervormen. Verminder nu het volume tot onder de hoorbare vervormingsgrens. Zet nu de potentiometer van de beveiliging in die stand waarbij de beveiliging net aanspreekt.

Onderdelenlijst

Weerstanden

R1, R101 .... 15 k-Ohm
R2, R102 .... 100 k-Ohm
R3, R103 .... 220 k-Ohm
R4, R104 .... 1 M-Ohm
R5, R105 .... 10 M-Ohm

Potentiometer

RV1 + RV101 .... 100 k-Ohm, lin. stereo

Condensatoren

C1, C101 .... 470 nF, MKH
C2, C102 .... 10 μF, 25 V elco
C3, C103 .... 220 nF, MKH
C4, C104 .... 100 μF, 25 V elco

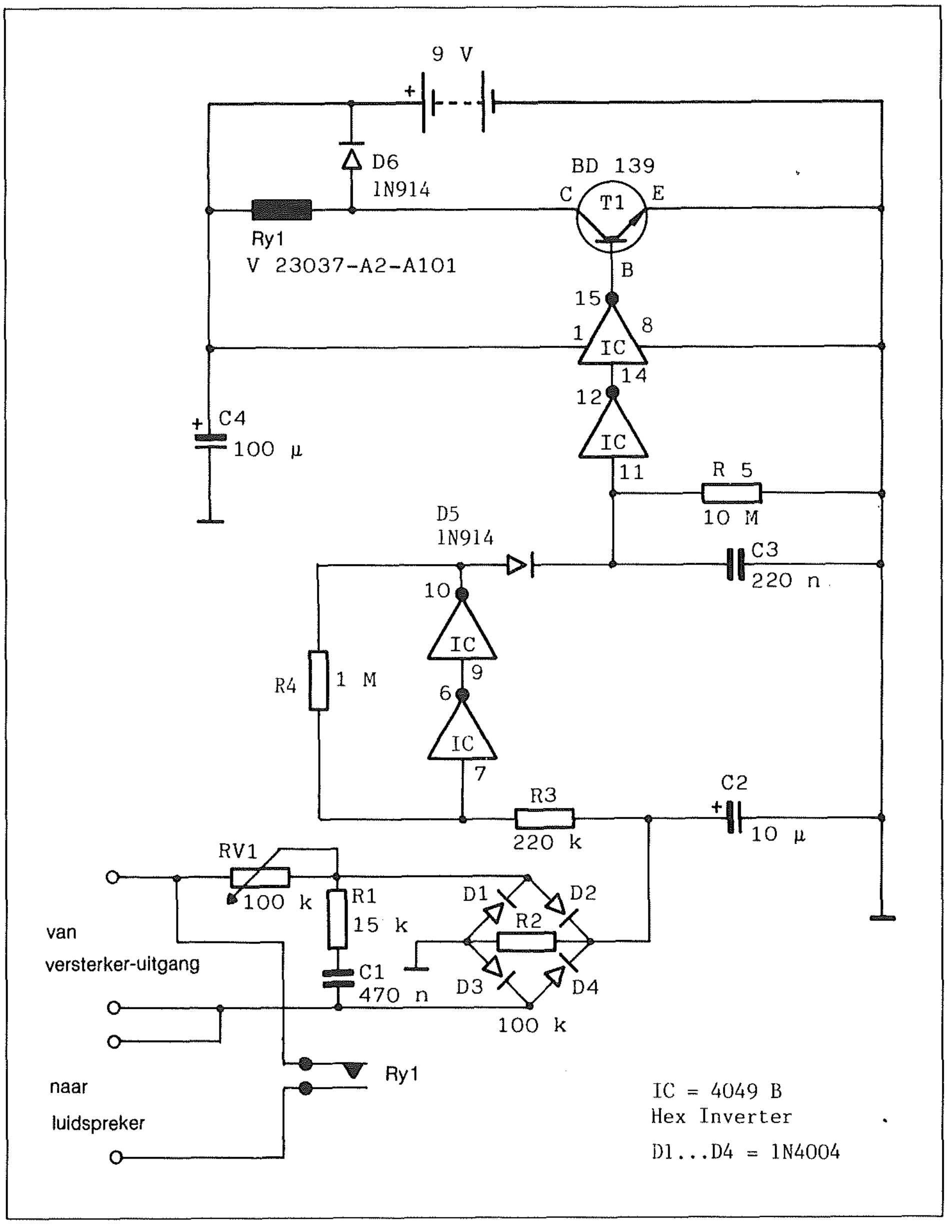
Halfgeleiders

T1, T101 .... BD 139
D1 tem D4 .... 1 N 4004
D101 tem D104 .... 1 N 4004
D5, D105 .... 1 N 914
D6, D106 .... 1 N 914
IC1, IC101 .... CD 4049 B

Diversen

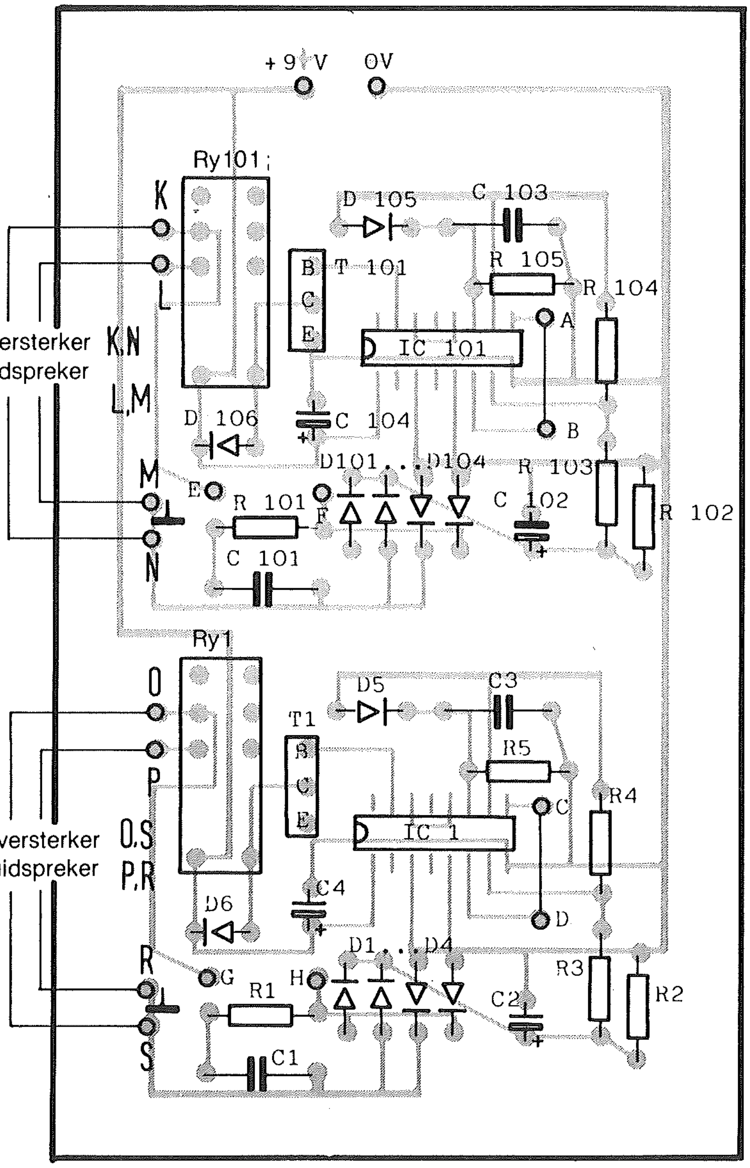
Ry1, Ry101 .... Siemens, V 23037-A2-A101

12.1 Universele luidspreker beveiliging



Figuur 4/12.1 -1: Het volledige schema van de beveiliging voor één kanaal.

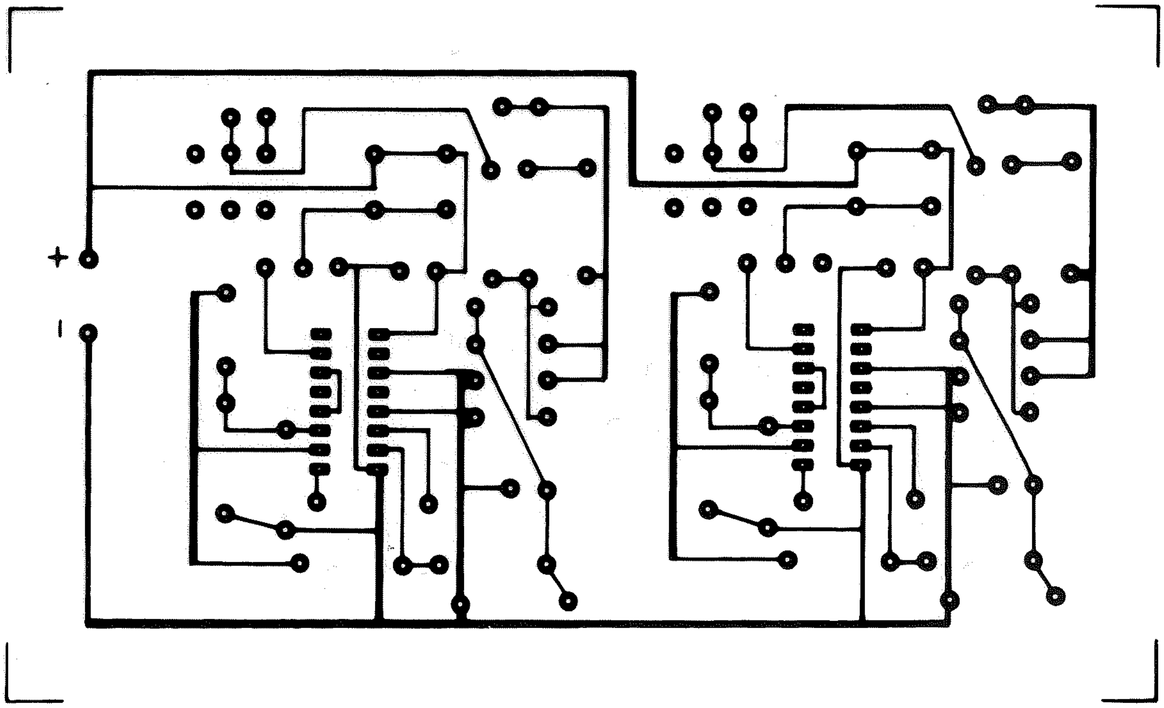
12.1 Universele luidspreker beveiliging



draadbrug leggen tussen punten A en B en tussen punten C en D, aansluitingen van RV1 tussen punten G en H, van RV101 tussen punten E en F

Figuur 4/12.1 -2: De bestukking van de print (stereo)

12.1 Een universele luidspreker - beveiliging



Figuur 4/12.1-3: print lay-out

4/12.2

Luidsprekerboxen 50/130 l

Luidsprekerboxen zijn met een beetje handigheid goed zelf te maken. Naast de besparing en het plezier dat dit oplevert, leert U er tegelijkertijd ook nog iets van. Een luidsprekerbox is een samenstelling van mechanische en elektronische componenten. In de meeste gevallen zal zelfbouw zich beperken tot het mechanische deel. Wie echter wil kan ook de wisselfilters zelf berekenen en maken. Daartoe zijn in dit hoofdstuk de nodige aanwijzingen opgenomen. De luidsprekers zelf zult U moeten kopen. Zij zijn soms te koop als sets. Het verdient aanbeveling de in de bouwbeschrijving genoemde typen te gebruiken, aangezien daarmee bewezen goede resultaten zijn bereikt.

U vindt in dit hoofdstuk bouwbeschrijvingen van twee boxen, die qua constructie sterk op elkaar lijken, maar een verschillend volume hebben. Beide zijn passieve boxen, d.w.z. dat in de boxen het elektrische signaal in een akoestisch signaal wordt omgezet, zonder te worden versterkt, zoals in een actieve box het geval is. Passieve boxen voldoen echter bijna altijd goed en de hier beschreven boxen leveren in combinatie met een goede stereo-installatie uitstekende prestaties.

Bij de bouw moet U de volgende punten in acht nemen:

1. De in de bouwbeschrijving aangegeven houtsoorten gebruiken. Ander materiaal kan tot kwaliteitsverlies leiden, daar de stijfheid van het hout van belang is voor de resonantie- en dempings-karakteristiek.
2. Naden en kanten zorgvuldig afwerken. Ook kleine gebreken in de afwerking verminderen de kwaliteit en de akoestiek van de box. Voor het lijmen alleen lijmsoorten gebruiken, die goed uitharden en niet bros worden. De meeste lijmsoorten voor modelbouw of lijmsoorten op kunstharsbasis zijn geschikt.
3. De luidsprekerbox alleen gesloten gebruiken, daar U anders het risico loopt de dure luidsprekers te beschadigen.

Berekening van het box-volume

Verhouding tussen frequentie, rendement en volume:

Volgens R.H. Small[1]) geldt:

$$n = h \cdot f_3^3 \cdot V_B$$

hieruit volgt: $V = \dfrac{n}{h \cdot f_3^3}$

[1]) R.H. Small, Closed-Box Loudspeaker Systems. J. Audio Eng. Soc. 1972/1973

12.2 Luidsprekerboxen 50/130 L

Hierin is n = een rendements factor in %
f_3^3 = frequentie in Hz, waarbij de geluidsdruk -3dB afvalt
V_B = effectieve boxvolume in m^3.

Empirisch werd de constante h vastgesteld op:

$h = 10^{-9}$ voor gesloten behuizingen en
$h = 2.10^{-9}$ voor basreflex boxen

Verhouding van de maten

De beste verhouding voor diepte, breedte en hoogte is:

D : B : H = 0,6 : 1 : 1,6

Resonantie en demping

Het is belangrijk de trillingen van de box zelf zoveel mogelijk te beperken om een zuivere weergave te verkrijgen. Na gedegen onderzoek door Harwood en Mathews[1]) kwam berkenhout van ca. 9 mm dik als beste houtsoort uit de bus. Goede resultaten zijn echter ook te verkrijgen met 10 mm dik multiplex. De beste resultaten verkrijgt men met marmer, steen of beton. Dit laat zich echter wat moeilijk verwerken en levert een nogal "gewichtige" box op. De bevestiging van de luidsprekers aan het klankbord moet met een elastische verbinding gebeuren. Dit kan door de randen van de luidsprekergaten te voorzien van een rubberlaag (denk aan rubber tochtstrip van Tesa of iets dergelijks). Dit materiaal moet natuurlijk niet vergaan. Om resonanties van de holle ruimte, die een zeer nadelige invloed op het klankbeeld van de box hebben tegen te gaan, moet deze worden gevuld met een dempend materiaal. Hiervoor kan langvezelig glaswol worden gebruikt, of speciale in de handel verkrijgbare dempingsplaten.

Berekening van een wisselfilter

Voorbeeld: Een tweede orde Butterworth filter, 12dB/Octaaf

(fig. 4/12.2 -1)

Hiervoor geldt:

$$C_1 = C_2 = \frac{\sqrt{2}}{2\pi\, f_c \,.\, 2Z}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{Z \,.\, \sqrt{2}}{2\pi \,.\, f_c \,.\, Z}$$

Neem aan Z = 4 Ohm; f_c = 1000 Hz

$$C_1 = C_2 =$$

$$\frac{\sqrt{2}}{4\pi \,.f_c \,.\, Z} =$$

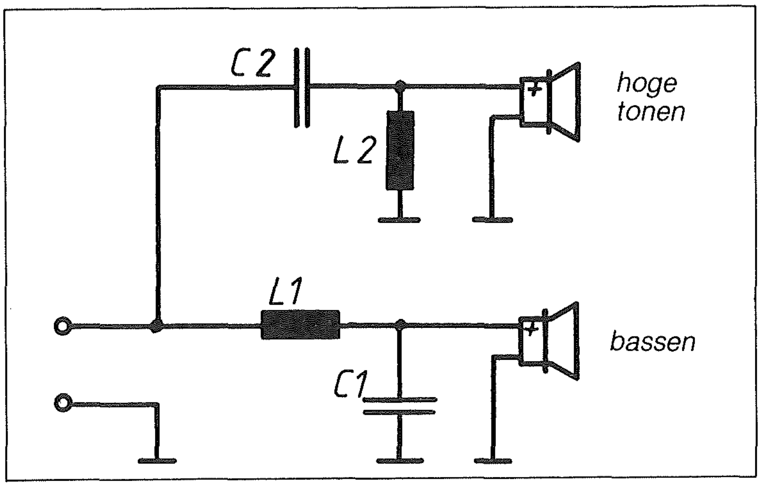
$$\frac{\sqrt{2}}{4\pi \,.\, 1000\text{ Hz} \,.\, 4\text{ Ohm}} = 28\ \mu F$$

$$L_1 = L_2 = \frac{Z \,.\sqrt{2}}{2\pi \,.\, f_c \,.} =$$

$$L_1 = L_2 = \frac{4\text{ Ohm} \,.\sqrt{2}}{2\pi \,.\, 1000\text{ Hz}} = 0{,}9\text{ mH}$$

[1]) H.D. Harwood en R. Mathews, Factors in the design of Loudspeaker Cabinetts. BBC Research Report 1976.

12.2 Luidsprekerboxen 50/130 L



Figuur 4/12.2 -1: Wisselfilter

Passieve drieweg-box 1

Box volume berekening:
Bij een onderste grensfrequentie van 40 Hz, is een rendement faktor n = 0,3% goed te noemen. Als we deze waarde in de formule invullen krijgen we:

$$V = \frac{n}{h \cdot f_3^3} = \frac{0{,}3}{10^{-9} \cdot 40^3} =$$

0,046875 l.

Het effectieve volume van de box moet dus ca. 50 l. zijn. De afmetingen volgen uit de verhoudingen van de binnenmaten:

D : B : H = 0,6 : 1 : 1,6.
Dus is:
$0{,}6 \cdot x \cdot 1 \cdot x \cdot 1{,}6 \cdot x = 50 \cdot 10^3\ cm^3$.

$$x = \sqrt[3]{52083} = 37{,}3\ cm$$

D = 0,6.37,3 cm = 22,4 cm;
B = 37,3 cm
H = 1,6.37,3 cm = 59,7 cm.
Tellen we nu nog de wanddikte van het plaatmateriaal en het erop aan te brengen vilt er bij op, dan krijgen we als buitenafmetingen:
D = 28,5 cm; B = 43,0 cm;
H = 65,5 cm.
De afmetingen van klankbord en achterwand zijn hieruit gemakkelijk te berekenen (zie fig. 4/12.2-2a)

Onderdelenlijst box 1.

Woofer:
Visaton type W 250, 8 Ohm
Muziek vermogen 120 W; sinus 80 W;
Frequentiebereik: 25 - 4000 Hz;
Conus 256 mm rond; bevestigingsring 247 mm rond
Klankbordopening 235 mm rond.

Middeltoon luidspreker:
Visaton type MK 13, 18 Ohm;
130 W/90 W, 450 - 16000 Hz;
Conus 135 mm rond; bevestigingsring 127 mm rond;
Klankbordopening 100 mm rond.

Tweeter:
Visaton type DHT 9 AW, 8 Ohm;
100 W/50 W, 3000 - 22000 Hz;

12.2 Luidsprekerboxen 50/130 L

Conus 98 mm rond; bevestigingsring 83 mm rond;
Klankbordopening 68 mm rond.

Wisselfilter: Visaton type HW 3/80, 8 Ohm
Overgangsfrequenties 1200 en 6000 Hz, 12 dB/octaaf

Kastmateriaal:
20 mm dik multiplex,
bevestigingslatjes 20 x 20 mm
9 mm dik vilt voor bekleding der wanden.
6 x "VE" Visaton speciaal dempings materiaal.

Passieve drieweg box 2

Box volume berekening.
Als we de rendementsfactor op 0,35% stellen en $f_3 = 30$ Hz, dan berekenen we op gelijke wijze als bij box 1 het volume. De uitkomst is 130 l. Hieruit vallen de volgende binnenmaten af te leiden: D = 31 cm; B = 51,5 cm en H = 82,3 cm. Tellen we hierbij de materiaaldikte en de dikte van het op de wand aan te brengen vilt op, dan vinden we als buitenmaten: D = 39 cm; B = 57 cm en H = 88 cm. De afmetingen van klankbord en achterwand zijn hieruit gemakkelijk te berekenen (zie fig. 4/12.2 -2b)

Onderdelenlijst box 2.

Peerless-Giga set type "4030" bestaande uit:

Woofer:
Peerless-woofer type "US-150 WFX"
Muziekvermogen 220 W; sinus 160 W
Frequentiebereik 18 - 1500 Hz;
Conus 384 mm.

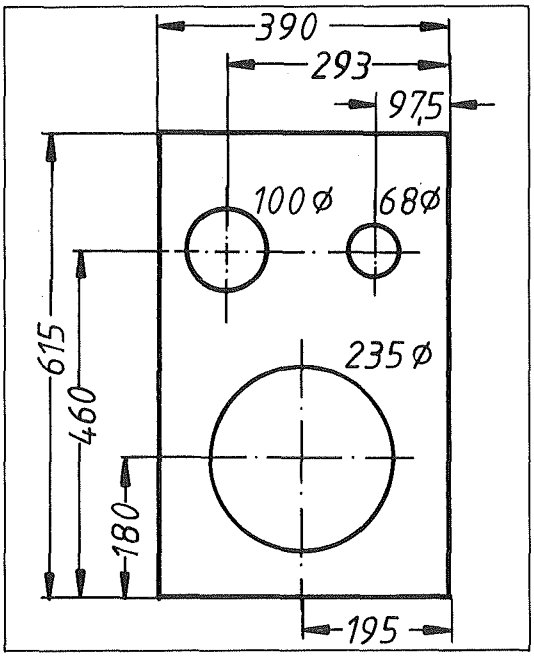
Middeltoon luidspreker:
Peerless "KO-40MRF";
Muziekvermogen 140 W; sinus 100 W;
Frequentiebereik 500 - 5000 Hz;
Breedte 122 mm; hoogte 122 mm; diepte 111 mm.

Tweeter:
Peerless "KO-10HT" (met hoorn);
Muziekvermogen 140 W; sinus 100W;
Frequentiebereik 1000 - 20 000 Hz
Breedte 96 mm; hoogte 94 mm; diepte 66 mm.

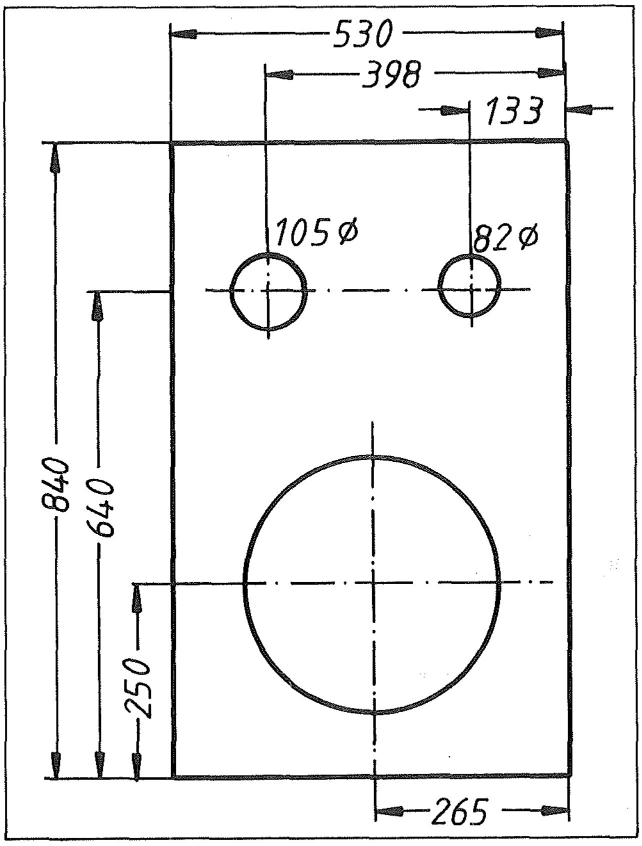
Wisselfilter:
Peerless drieweg wisselfilter type "3E-10"
Overgangsfrequenties 500 en 4000 Hz

Kastmateriaal:
20 mm dik multiplex,
bevestigingslatjes 20 x 20 mm
9 mm dik vilt voor bekleding der wanden.
6 x "VE" Visaton speciaal dempingsmateriaal.

12.2 Luidsprekerboxen 50/130 L



Figuur 4/12.2 -2a: Klankbord box 1



Figuur 4/12.2 -2b: Klankbord box 2

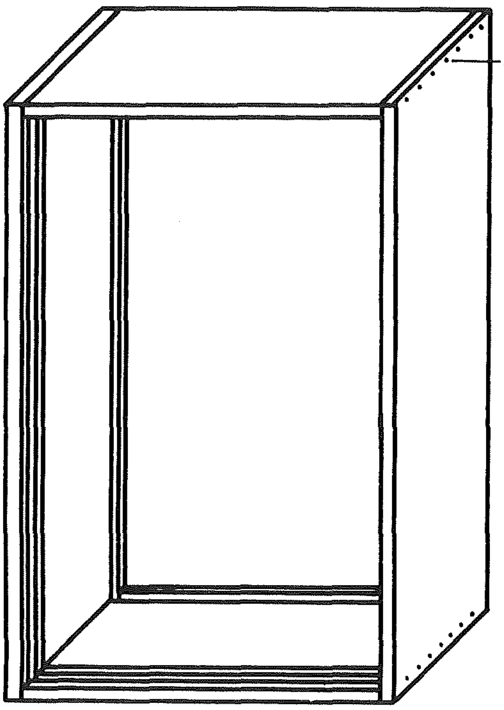
Bouwaanwijzingen

Indien mogelijk kunt U het multiplex het best bij de handelaar op maat laten zagen. Als dat niet kan, is het ook wel zelf te doen, maar U moet toch wel nauwkeurig de maten aanhouden.

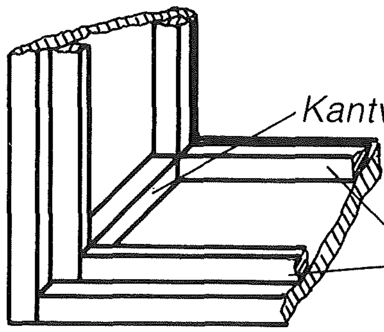
Begint U met het klankbord. De gaten in het klankbord tot 10 cm kan men het best met een schrobzaagje maken. De grotere kunnen ook met een decoupeerzaag worden gemaakt. Met een vijl moeten de kanten glad gevijld worden, om beschadiging van de conussen te voorkomen. Na de gaten gemaakt te hebben legt U voorzichtig de luidsprekers erop en tekent de bevestigingsplaatsen af. Leg de luidsprekers daarna weer zolang terug in de verpakking. Nu kunt U de gaten voor de bevestigingsschroeven boren en natuurlijk weer de randen glad vijlen.

Nu de zijwanden, bodem en bovenkant. Ook de kanten van deze delen moeten goed vlak zijn (vijl en schuurpapier). Zelfs al zijn de kanten goed vlak, dan nog verdient het aanbeveling de plaatsen waar ze aan elkaar gelijmd moeten worden even met een fijn schuurpapiertje te reinigen. Bestrijk de contactplaatsen met lijm, zet ze op elkaar en spijker ze. Met een drevel de spijkerkoppen verzinken. Om de voor- en achterzijde te kunnen bevestigen, moeten er binnen in de kast latten worden aangebracht op een afstand van de rand die gelijk is aan de materiaal dikte. (zie fig. 4/12.2 -3)

12.2 Luidsprekerboxen 50/130 L



Figuur 4/12.2 -3: Box voorzien van verstevigingslatten.



Figuur 4/12.2 -4: Kantversteviging

Om de sterkte van de kast te verhogen, kunt U in de hoeken het best latjes lijmen (zie fig. 4/12.2 -4). Op de binnenzijde van de kast kunt U nu vilt aanbrengen (lijmen, spijkeren of een combinatie hiervan). Het wisselfilter wordt op de bodem gemonteerd. Daarna wordt het klankbord gemonteerd en eveneens met vilt bekleed. Voor het monteren van de luidsprekers worden de gaten hiervoor in het vilt uitgesneden.

Nu worden de luidsprekers met een zachte tussenring (Tesa rubber tochtstrip of iets dergelijks) op het klankbord gemonteerd en de bedrading tussen de luidsprekers en het wisselfilter aangebracht (let op de polariteit!). Ook het luidspreker snoer wordt aan het wisselfilter gesoldeerd.

De achterzijde wordt eveneens met vilt bekleed. Vergeet niet de bevestigingsrand vrij te laten en een gaatje voor het luidsprekersnoer aan te brengen. Om eventuele reparaties mogelijk te maken moet de achterwand worden bevestigd met schroeven. Om deze verbinding luchtdicht te maken, moet U er een elastisch blijvende kit tussen spuiten (bijv. siliconenkit). Nu de kast voorzichtig met het dempingsmateriaal vullen. Na het luidsprekersnoer door het gat te hebben getrokken en van een trekontlasting te hebben voorzien, kan de achterwand op de kast worden geschroefd. Nadat de lijm de tijd heeft gehad om te drogen kan de box worden geprobeerd. Als deze test bevredigend verloopt kan met de afwerking worden begonnen. Hiertoe verwijdert U de luidsprekers en vult U de naden en gaatjes met polyester of kneedbaar hout. Na harding kan dit materiaal glad geslepen worden en de box kan worden geschuurd. Na het stofvrij maken kunt U de box lakken, beitsen of verven. Na het drogen worden de luidsprekers weer ingebouwd en de voorkant van de box eventueel afgewerkt met luidsprekerdoek.

4/12.4

Mini Hifi luidsprekerbox

Luidsprekerboxen van de gangbare afmetingen (zoals eerder in dit boek gepubliceerd) hebben een groot nadeel. Het zijn grote lompe "sta-in-de-wegs", die eigenlijk nergens passen. Hoe kleiner de kamer hoe groter de ergernis. Maar ja wie "hifi" wil genieten moet deze monsters maar gedogen!? Is dit werkelijk zo? Nee! Grote kwaliteitsboxen kunnen in een kleine ruimte soms jammerlijk klinken, omdat zij niet voldoende uitgestuurd kunnen worden om werkelijk van de kwaliteit te kunnen profiteren. In kleine ruimten kan het weergeven van bassen al snel leiden tot allerlei hoorbare vervormingen. Dit alles bij goede boxen. Hoe de situatie is bij slechte en slecht afgewerkte grote boxen laat zich raden. Ook met goede kwaliteit kleine boxen zijn soms verbluffend goede resultaten te bereiken.

Vermogen	50 W
Frequentiebereik	45..20.000Hz
Impedantie	8 Ohm
Volume	3,5 liter
Soort box	gesloten

Tabel 1: Specificaties

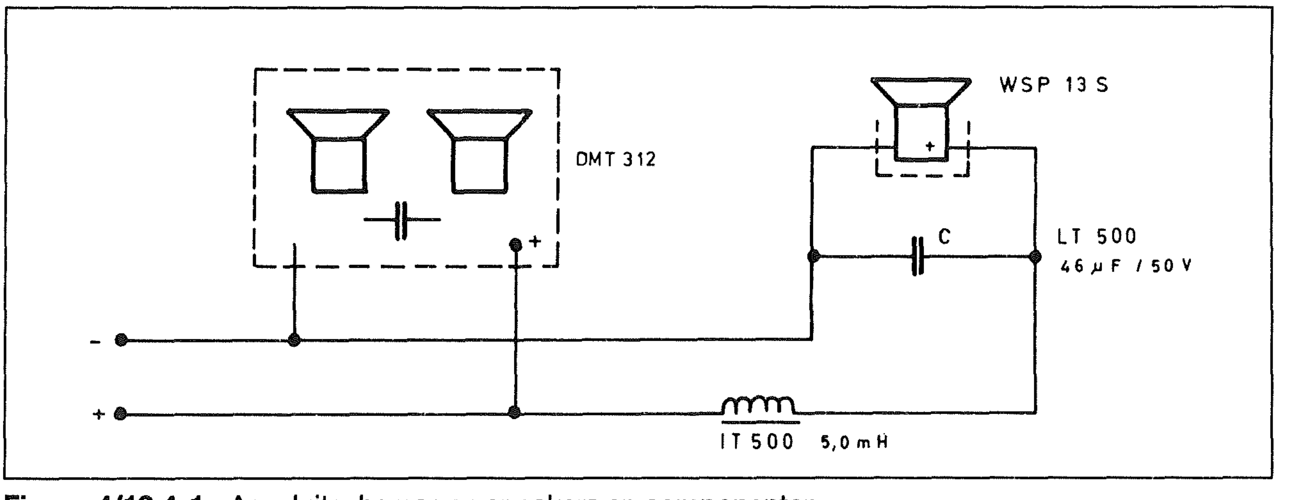
De hier beschreven "mini-hifi-box" is speciaal ontworpen om met een zo klein mogelijk behuizing een hoge weergave kwaliteit te verwezenlijken. Doordat uitsluitend standaard onderdelen zijn gebruikt is ook de prijs aantrekkelijk. Hoewel de inhoud van de box slechts drie liter is, is de basweergave meestal acceptabel. De box, die ca. 125 gulden aan onderdelen kost bracht het er in tests uitstekend af, vergeleken met boxen, die in de handel dik over de 200 gulden kostten.

De gesloten box wordt gemaakt van 12 mm dik multiplex of spaanderplaat. De maten vindt U in tabel 2. Zijden, bovenkant en bodem moeten geduveld en gelijmd worden, zodat men er zeker van kan zijn, dat de box luchtdicht, stijf en stevig is. Gebruik 5 mm duvels en een lijm op kunstharsbasis. Voor de definitieve afdichting van de naden kan na het verlijmen nog een rups siliconenkit in de hoeken worden gespoten. Voor de bevestiging van de voor- en achterkanten worden op de binnenzijde van de boven en onderkant 4 mm dikke latjes gelijmd. Deze latjes moeten zo worden aangebracht, dat de achterkant precies vlak aansluit. De voorzijde moet echter 4 a 5 mm naar binnen vallen. Zie ook de tekening van figuur 4/12.4-2.

12.4 Mini Hifi luidsprekerbox

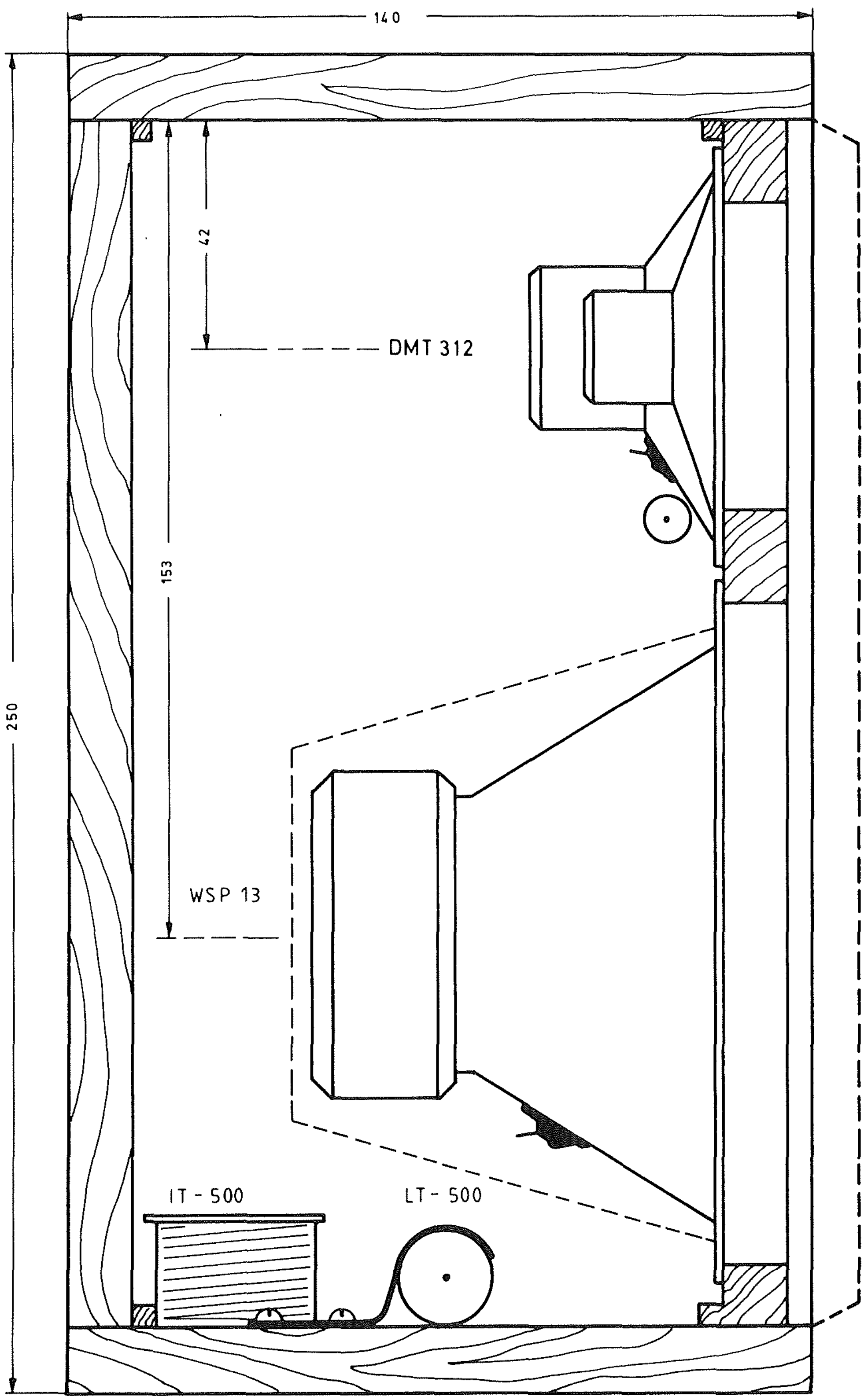
Onderdeel	maat	aantal
Zijkanten	226 x 140 x 12 mm	2
Boven- en onderkant	160 x 140 x 12 mm	2
Voor- en achterkant	226 x 136 x 12 mm	2

Tabel 2: Maten van de onderdelen



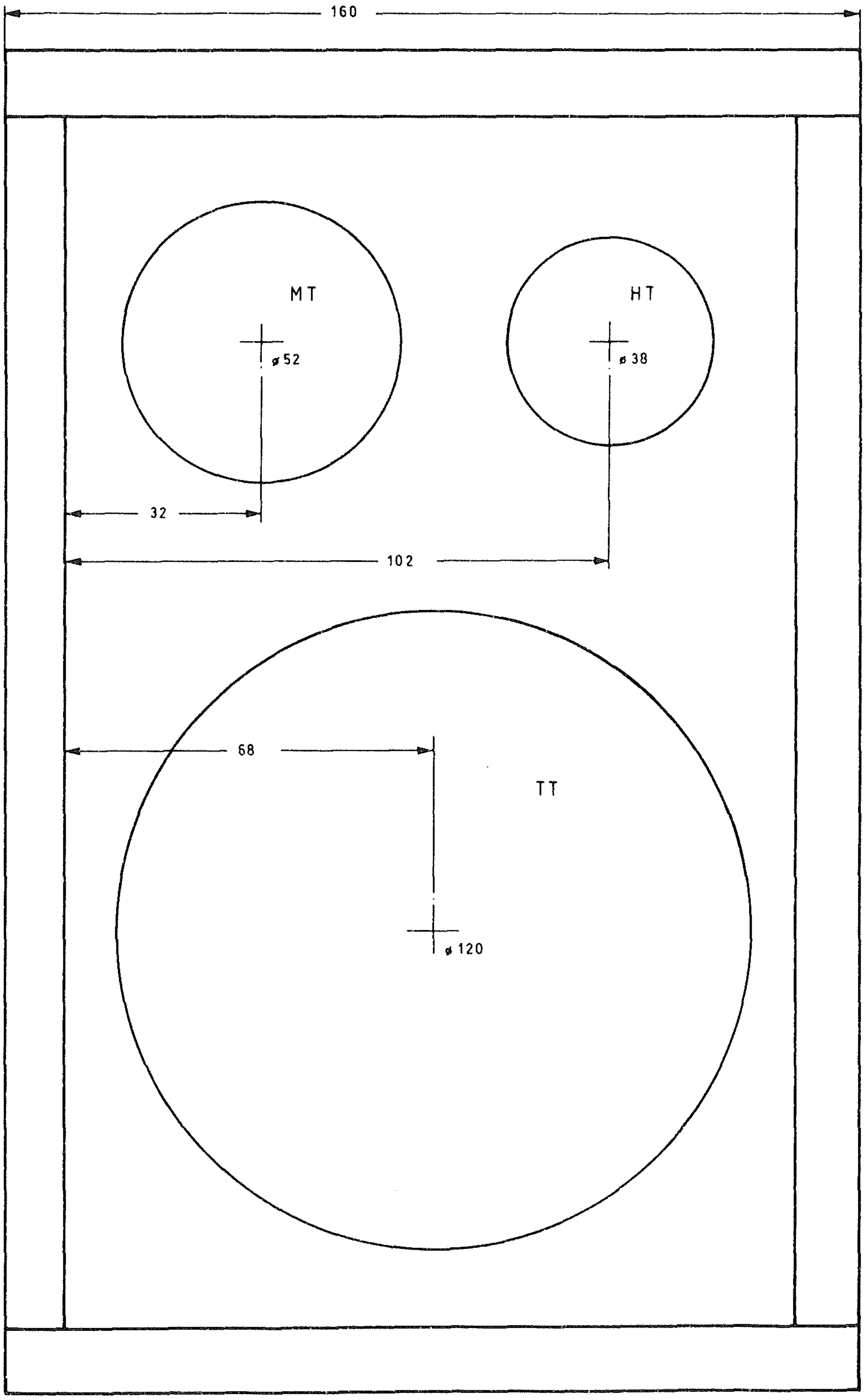
Figuur 4/12.4-1: Aansluitschema van speakers en componenten

12.4 Mini Hifi luidsprekerbox



Figuur 4/12.4-2: Doorsnede van de box

12.4 Mini Hifi luidsprekerbox



Figuur 4/12.4-3: Vooraanzicht van de box

12.4 Mini Hifi luidsprekerbox

Voor de luidsprekers is gekozen voor een Woofer en Visaton, de WSP 13 en voor het hoge en midden gebied voor de DTM 312 combinatie van Soundcraft. Andere vergelijkbare luidsprekers zijn natuurlijk ook mogelijk, zolang er maar rekening mee wordt gehouden, dat het geheel is bedoeld als een driewegsysteem. In figuur 4/12.4-1 ziet U het electrische schema van de combinatie. Figuur 4/12.4-2 laat de mechanische opbouw zien. De condensator wordt met een beugel op de bodemplaat vastgezet. De spoel kan het best ook worden vastgeschroeft, of anders gelijmd. In de achterwand van de box moet men een gat boren van ca 8 mm om het aansluitsnoer naar buiten te voeren. Zorgt U wel voor een goede trekontlasting van het aansluitsnoer. Voor de demping wordt gebruik gemaakt van losjes aangebracht box-dempings-materiaal, zoals bijvoorbeeld steen of glaswol. Na de uiteindelijke montage moeten de boxen ca. 6-12 uur drogen, zodat de lijm goed kan uitharden. Ter bescherming van de conussen van de luidsprekers kan men nog een bekleding aanbrengen op de voorkant van luidsprekerdoek of gaas.

Onderdelenlijst

Omschrijving	Type/waarde	Opmerkingen
Woofer (basspeaker)	WSP 13 S	Visaton
Midden/hoog speaker	DMT 312	Soundcraft
Luchtspoel	IT 500	Peerless
Condensator	LT 500	Peerless
Schuimgaas voor front	226 x 136 x 15 mm	
Luidsprekersnoer	ca 5 m	
Dempingsmateriaal		zie tekst
Houtduvels	5 mm	8 stuks
siliconenkit		
multiplex of spaanplaat		zie tabel 2

De speakers, spoel en condensator zijn verkrijbaar bij

Conrad Electronic, "De Windmolen" cv.
Postbus 10027
7504 PA Enschede
Tel. 053-303808

12.4 Mini Hifi luidsprekerbox

4/12.5

Dubbelwandige Disco Box

De hier beschreven luidsprekerbox is ontworpen voor het zwaardere werk, zoals gebruikt door bandjes en in discotheken. De met zand gevulde dubbele wanden bezorgen de box een uitstekende geluidskwaliteit met een lage resonantiefrequentie. De bouw ervan mag op het eerste gezicht wat gecompliceerd lijken, maar bij het nauwkeurig volgen van de instrukties valt dat reuze mee. De montage en bedrading van de luidsprekers en de wisselfilters is het enige stukje electronica, dat er aan te pas komt.

Geen resonanties van de box zelf!
De weergave van de hoge tonen wordt verzorgd door een Pioneer DT 66 tweeter. Deze geeft een excellente weergave tot 20.000 Hz.

Echter de bas weergave is helemaal grandioos en wordt alleen begrensd door de woofer en niet door de kast. Door ook voor de woofer een luidspreker te kiezen van een zeer goede kwaliteit, een TT 308 van Pioneer, kunnen lage tonen tot 20 Hz zonder vervorming worden gereproduceerd. De woofer heeft een frequentiebereik van 20 tot 2000 Hz. Als aanvulling op deze beide luidsprekers wordt een Pioneer MT110 gebruikt, die het middengebied voor zijn rekening neemt.

Door een dubbelwandige box te bouwen met een zandvulling tussen de wanden, wordt een resonantiefrequentie bereikt van nagenoeg nul. Door de box te bouwen zoals aangegeven en gebruik te maken van de aangegeven of andere luidsprekers

Componenten (per box)		
1	woofer, type 'TT 308' 308 mm doorsnede, 20 tot 2000 Hz	(Pioneer)
1	middentoon speaker type 'MT 110' 135 mm doorsnede, 320 tot 5000 Hz	(Pioneer)
1	tweeter, type 'DT 66' 79 mm doorsnede, 2000 tot 20.000 Hz	(Pioneer)
1	wisselfilter type 'FW 3200' P(max) 200 W, impedantie 8 Ohm	(Pioneer)

12.5 Dubbelwandige discobox

van gelijke kwaliteit en specificaties wordt een optimaal klankbeeld bereikt. De box voldoet het best in grote ruimtes.

Specificaties van de box	
Vermogen	160 W
Frequentiebereik	20 tot 20.000 Hz
Impedantie	8 ohm
Volume	100 liter
Afmetingen	860 x 530 x 470 mm
Type	gesloten

De bouwwijze

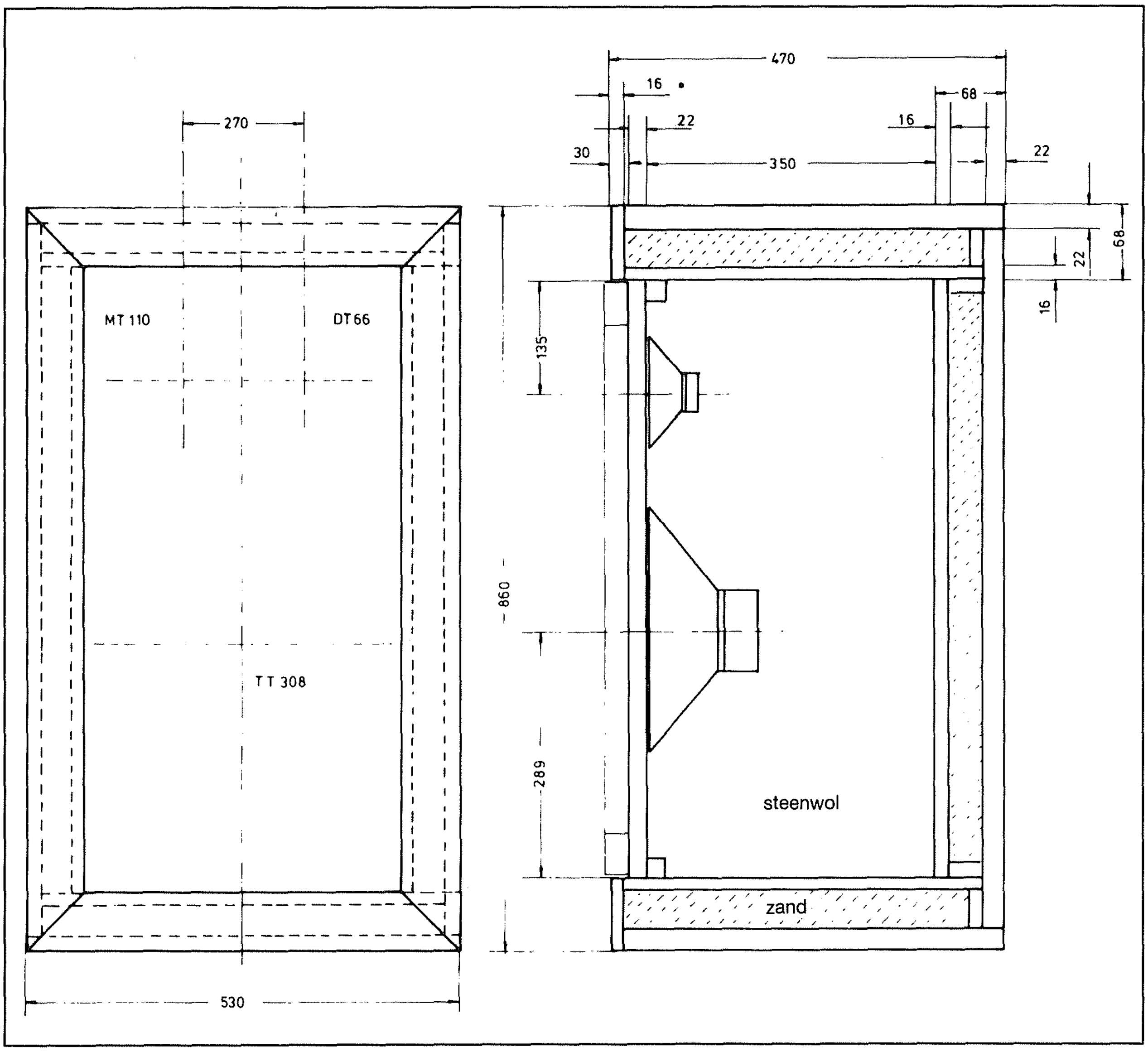
Alle kast onderdelen worden met duvels aan elkaar gemaakt en gelijmd. Het raam voor het luidsprekerdoek moet met een zwaluwstaart verbinding (getand) op de hoeken aan elkaar worden gelijmd. De luidsprekers worden met houtschroeven (3 x 12 mm, bolle kop) op het klankbord bevestigd. Tussen het luidsprekerchassis en het klankbord siliconenkit aanbrengen. Alle zijden van de binnenkast met siliconenkit afdichten! Het zand, waarmee de dubbele wand wordt gevuld moet absoluut droog zijn. Eventueel eerst uitspreiden op een plaat en voor de verwarming of kachel drogen. Als u dit niet doet kan de wand van de behuizing opzwellen, door vochtopname van het spaanderplaat. De wanden moeten volledig met zand worden gevuld. Eventueel met een rubber hamer de kast bekloppen. Als de wanden niet volledig zijn gevuld gaat het effect van de vulling verloren. Alvorens de achterwand op de kast te schroeven moet men de box bij een matig volume uitproberen. Let erop, dat de luidspreker chassis bij het inbouwen luchtdicht zijn afgesloten. De binnenruimte van de kast vullen met het dempingsmateriaal, de achterwand erin lijmen en de box is gereed. Iedereen zal versteld staan van de kwaliteit.

12.5 Dubbelwandige disco box

Materiaal voor de box zelf

Spaanplaat (hoge persing)	Afmeting mm	Hoeveelheid
deksel en bodem(binnenkast)	432 x 486 x 16	2
zijwanden (binnenkast)	724 x 432 x 16	2
deksel en bodem (buitenkast)	454 x 530 x 22	2
zijwanden (buitenkast)	816 x 454 x 22	2
klankbord	724 x 394 x 16	1
achterzijde (binnenkast)	724 x 394 x 16	1
achterzijde (buitenkast)	816 x 486 x 16	1
afdeklatten(voor)	860 x 68 x 16	2
	530 x 68 x 16	2
sluitlatten(kast)	486 x 30 x 16	2
	724 x 30 x 16	2
sluitlatten (achterkant)	724 x 30 x 16	2
	362 x 30 x 16	2
vierkante latten	25 x 25	4 meter
rechthoekige latten	50 x 30	3 meter
luidsprekerdoek	780 x 400	of schuimplaat
dempingsmateriaal	ca. 90 liter	glasvezel of steenwol
afdichtmateriaal	siliconenkit	2 à 3 bussen
lijm	goede houtlijm	ca. 300 g
fijn kwartszand		ca. 27 liter

12.5 Dubbelwandige discobox



Figuur 4/12.5-01: links - vooraanzicht; rechts - zijaanzicht

4/12.6

Beveiligde inschakelvertraging voor luidsprekers

Inleiding

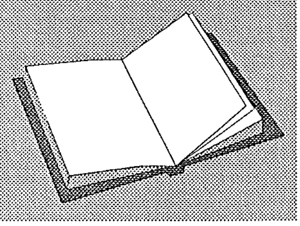
Alle moderne eindversterkers zijn voorzien van een inschakelvertraging voor de luidsprekers. Op het moment dat de versterker wordt ingeschakeld, hangen de luidsprekers in de lucht. Eerst na enkele seconden zullen de luidsprekers door middel van relaiscontacten met de uitgangen van de eindversterker verbonden worden. Deze inschakelvertraging is tegenwoordig noodzakelijk, doordat steeds meer eindversterkers een rechtstreekse condensatorloze koppeling tussen de eindtransistoren en de luidsprekers hebben. Onder normale omstandigheden zorgt de interne terugkoppeling ervoor, dat er op de luidsprekeruitgangen nooit een gelijkspanning staat. De luidsprekers worden dan alleen gestuurd met het versterkte geluidssignaal, een wisselspanning. Na het inschakelen van de voeding kan het echter voorkomen dat er gedurende een korte tijd een grote gelijkspanning op de uitgangen verschijnt. Een normaal inschakelverschijnsel, dat al kan ontstaan als de positieve voeding iets eerder aanwezig is dan de negatieve voedingsspanning. Bij oude ontwerpen zorgde de scheidingselco, in serie met de luidspreker opgenomen, ervoor dat deze gelijkspanning niet tot de luidspreker kon doordringen. Men hoorde dan een korte tik als gevolg van het opladen van deze condensator en dat was dat. Maar bij een rechtstreeks gekoppelde versterker veroorzaakt de gelijkspanning een zeer grote piekstroom door de eindtransistoren en de zeer lage weerstand van de spreekspoel van de luidspreker. Een verschijnsel dat niet zo gezond is, noch voor de eindtrap, noch voor de luidspreker!

Kortom, die inschakelvertraging is geen overbodige luxe, maar een absolute noodzaak. Iedereen die een versterker zonder uitgangselco's heeft die niet is voorzien van een inschakelvertraging, wordt aangeraden deze schakeling na te bouwen!

De in dit hoofdstuk beschreven schakeling heeft echter nog een tweede zeer nuttige functie. Als een van de eindtransistoren per ongeluk doorslaat, komt de volledige positieve of negatieve voedingsspanning over de luidspreker te staan. Natuurlijk zal in een dergelijk geval de zekering in de voeding doorbranden. Maar omdat dit per definitie een traag exemplaar is, kan het best gebeuren dat

LEES OOK:

Hoofdstuk 4/12.1



12.6 Beveiligde inschakelvertraging voor luidsprekers

de luidspreker deze onaangename verrassing niet overleeft. De beschreven schakeling zal in een dergelijk geval onmiddellijk de verbinding tussen versterker en luidspreker onderbreken, waardoor de luidspreker het defect in de versterker overleeft.

De voeding

Het enige nadeel van de schakeling is dat deze gevoed moet worden, maar men kan iedere voedingsspanning gebruiken tussen +6 V en +30 V, waarvan de negatieve pool zonder bezwaar met de massa van de versterker verbonden mag zijn. Omdat de schakeling slechts ongeveer 140 mA verbruikt, zal men de noodzakelijke voedingsspanning wel op de een of andere manier uit de voeding van de versterker kunnen afleiden.
Natuurlijk zou men ook een eenvoudige netstekervoeding kunnen toepassen, hetgeen als groot voordeel heeft dat de inschakelvertraging in een afzonderlijk kastje ingebouwd kan worden en door middel van kabeltjes met de versterker en de luidspreker verbonden kan worden. Men hoeft dan de versterker niet open te slopen, zodat er bij fabrieksapparatuur geen problemen met garantiebepalingen kunnen ontstaan. Enige en zeer belangrijke voorwaarde is dan wel, dat deze netstekervoeding samen met de versterker in- en uitgeschakeld wordt!

De schakeling

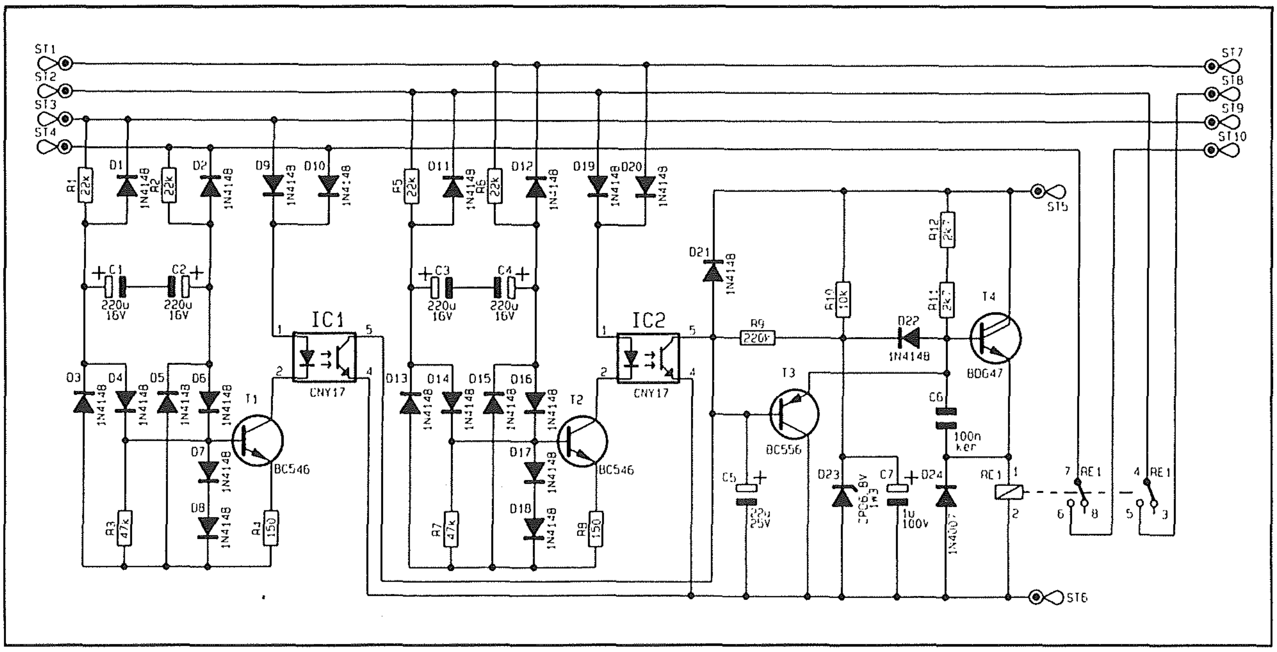
Het volledige schema van de schakeling is getekend in figuur 4/12.6-1. De schakelingen rond de transistoren T3 en T4 zijn verantwoordelijk voor de inschakelvertraging, de schakelingen rond T1 en T2 voor de beveiliging tegen gelijkspanning op de uitgangen. De schakelingen rond T1 en T2 zijn uiteraard volledig identiek.

De klemmen ST1/ST2 en ST3/ST4 worden verbonden met de uitgangen van de versterker. De klemmen ST7/ST8 en ST9/ST10 gaan naar de luidsprekers.

De beveiliging

De beveiligingsschakeling is opgebouwd uit een laagdoorlaat filter, een bruggelijkrichter, een stroombron en een optische koppelaar. De werking wordt besproken aan de hand van het schema rond transistor T1. Het laagdoorlaat filter bestaat uit de weerstanden R1 en R2 en de condensatoren C1 en C2. Dit filter heeft een afsnijfrequentie van slechts 0,03 Hz, zodat ieder nuttig versterkersignaal afdoende gesperd wordt. Als de versterker dus alleen signaal levert, dan zal men over de condensatoren geen spanning meten. Als, om wat voor reden dan ook, er over de versterkeruitgangen een gelijkspanning komt te staan, dan zal een van de dioden D1 of D2 gaan geleiden en zal een van de condensatoren C1 of C2 onmiddellijk opgeladen worden. Dat verschijnsel doet zich dus ook al voor als de versterker wél een uitgangssignaal levert, dat echter op een gelijkspanning gesuperponeerd is. De dioden D3 tot en met D6 vormen een bruggelijkrichter. Deze schakeling zorgt ervoor dat de over de condensatoren aanwezige gelijkspanning altijd met de juiste polariteit wordt aangeboden aan de basis van de transistor T1. De dioden D7 en D8 beschermen dit onderdeel tegen een te grote basisspanning, maar vormen bovendien de basis van de eenvoudige constante stroombron die de schakeling rond T1 in wezen is. Die constante stroom ontstaat door de weerstand in de emitter. De transistor zal de stroom door deze weerstand zo instellen, dat er een constante spanning van ongeveer 0,65 V ontstaat tussen basis en emitter.

12.6 Beveiligde inschakelvertraging voor luidsprekers



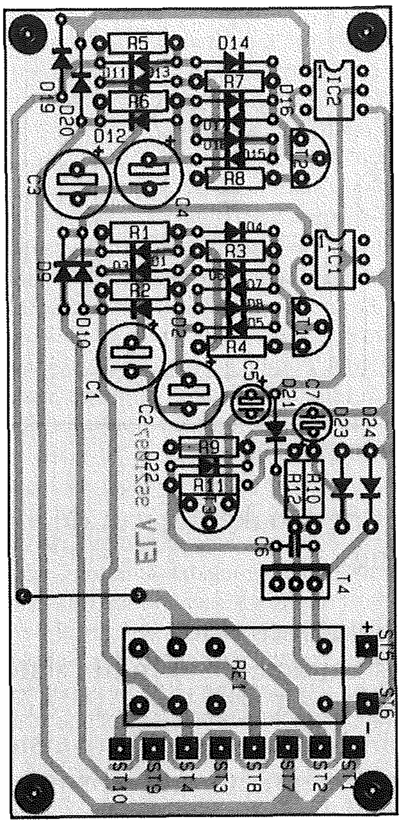
Figuur 4/12.6-1: Het volledig schema van de beveiligde inschakelvertraging.

Uiteraard hangt de waarde van deze stroom volledig af van de waarde van de weerstand R4. De constante stroom, ongeveer gelijk aan 5 mA, zal de infrarode LED in de optische koppelaar IC1 aan het branden zetten.
De dioden D9 en D10 zorgen ervoor dat alleen de positieve gelijkspanning, aanwezig op een van de versterkeruitgangen, naar de LED gaat. Wordt bijvoorbeeld ST3 positief ten opzichte van ST4, dan vloeit de constante stroom van ST3 via D9, IC1, T1, R4, D5 en D2 af naar ST4. De aanspreekdrempel van de beveiliging ligt op ongeveer 3,5 V. Kleinere gelijkspanningen op de uitgang van de versterker doen de beveiliging dus niet aanspreken, hetgeen geen bezwaar is omdat dergelijke kleine spanningen geen gevaarlijk hoge stromen door de luidsprekerspoel(en) tot gevolg hebben.
Het oplichten van de infrarode diode in de optische koppelaar heeft tot gevolg dat de daarin geïntegreerde fototransistor in geleiding wordt gestuurd. Dat heeft gevolgen voor de schakeling van de inschakelvertraging.

De inschakelvertraging
De relaiscontacten zijn in het schema van figuur 4/12.6-1 getekend in rustpositie. De verbindingen tussen eindversterker en luidsprekers zijn dus onderbroken. Bij het inschakelen van de versterker ontstaat op ST5 een positieve voedingsspanning. Transistor T4 is echter nog gesperd, zodat er geen stroom door de relaisspoel RE1 vloeit en de contacten in de getekende stand blijven staan. De elco C5 is immers volledig ontladen, zodat de transistor T3 maximaal gaat geleiden en de basis van T4 op 0 V houdt. Via het netwerkje R10, D23 en C7 wordt een goed gestabiliseerde spanning van +6,8 V gevormd. De condensator C5 zal zich via de weerstand R9 uit deze spanning gaan opladen. Na ongeveer 3 seconde is de spanning over de condensator C5 zo groot geworden, dat de transistor T3 gaat sperren. De basis van T4 kan nu stroom trekken via de weerstan-

12.6 Beveiligde inschakelvertraging voor luidsprekers

den R11 en R12. Het gevolg is dat deze darlington gaat geleiden en het relais RE1 bekrachtigd wordt. De luidsprekers worden verbonden met de versterker.



Figuur 4/12.6-3: De componentenopstelling van de schakeling.

Het enige dat nog verklaard moet worden is hoe het relais weer uitschakelt als de beveiligingsschakelingen gelijkspanning op de versterkeruitgangen detecteren. De gestabiliseerde spanning van +6,8 V is de voedingsspanning voor de fototransistoren in de optische koppelaars. Beide collectoren zijn parallel geschakeld en hebben dus een gemeenschappelijke collectorweerstand R9. Als de beveiligingen niet werken zullen de fototransistoren sperren. Zij oefenen dan geen invloed op de schakeling uit. Wordt echter een van de beveiligingen geactiveerd, dan zal de betreffende fototransistor gaan geleiden, met als gevolg dat de basis van T3 onmiddellijk naar de massa wordt getrokken. Deze halfgeleider gaat dan geleiden, T4 gaat naar sper en het relais valt af. De luidsprekers worden losgekoppeld van de versterkeruitgangen. De diode D21 zorgt er voor dat de condensator C5 onmiddellijk ontlaadt als de schakeling wordt uitgeschakeld. Op deze manier is het geheel weer onmiddellijk inzetbaar. Het zal duidelijk zijn dat de bedrijfsspanning van het relais RE1 moet aangepast worden aan de voedingsspanning die wordt toegepast.

Onderdelenlijst

Weerstanden, 1/4 W:

R1,R2,R5,R6	=	22	kΩ
R3,R7	=	47	kΩ
R4,R8	=	150	Ω
R9	=	220	kΩ
R10	=	10	kΩ
R11,R12	=	2,7	kΩ

Condensatoren:

C1,C2,C3,C4	=	220	µF	5 V elco
C5	=	22	µF	25 V elco
C6	=	100	nF	ceramisch
C7	=	1	µF	25 V elco

Halfgeleiders:

D1-D22	=	1N4148
D23	=	6,8 V zener 1,3 W
D24	=	1N4007
T1,T2	=	BC548
T3	=	BC556
T4	=	BD647
IC1,IC2	=	CNY17

Diversen:

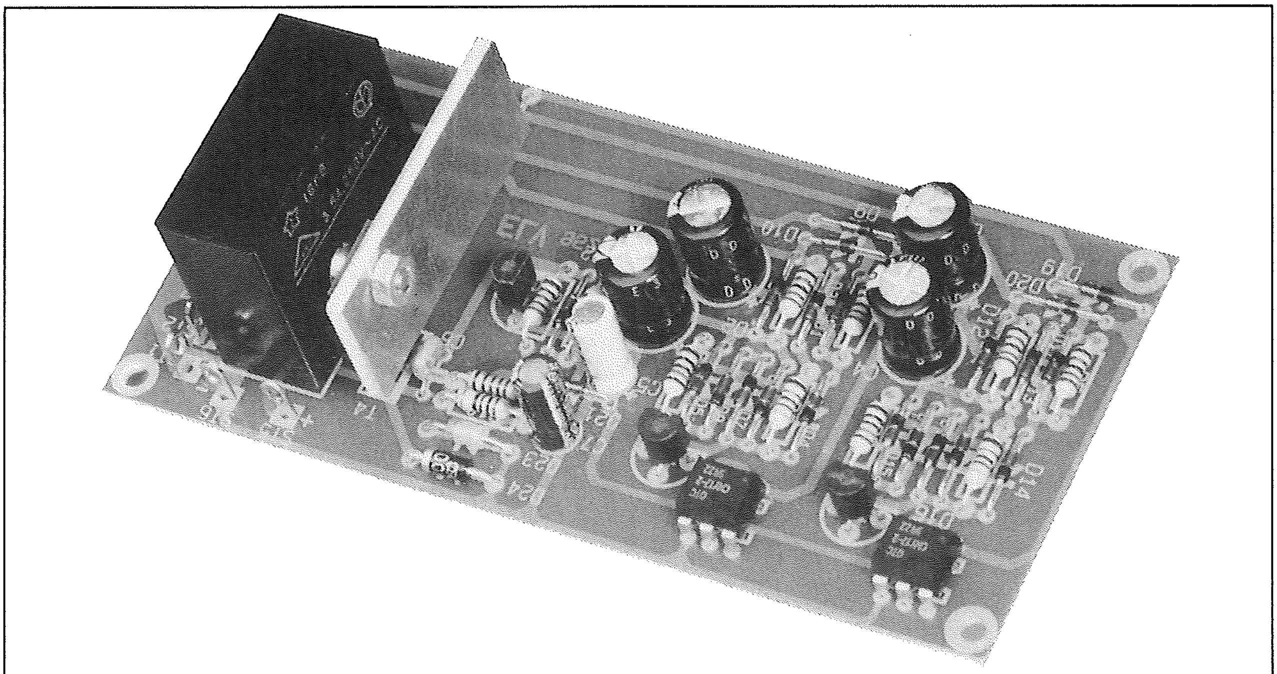
1 x koelplaatje

12.6 Beveiligde inschakelvertraging voor luidsprekers

1 x relais, 2xOM
1 x M3x5 boutje
1 x M3 moertje
10 x soldeeroogje

De bouw van de schakeling
Alle onderdelen van deze schakeling passen op de print die in figuur 4/12.6-2 op de transparante pagina is afgedrukt. De componentenopstelling is getekend in figuur 4/12.6-3. De nabouw van deze schakeling zal niemand in de problemen brengen, zeker als men niet per ongeluk vergeet de ene draadbrug boven het relais aan te brengen! De transistor T4 moet op een klein koelplaatje gemonteerd worden, waarbij het volstaat de halfgeleider vast te schroeven op een simpel aluminium plaatje van 4 cm bij 2 cm. Wat betreft de keuze van het relais heeft men veel vrijheid. De spoelspanning moet aangepast zijn aan de voedingspanning die men gaat toepassen. Verder moeten de twee contacten in staat zijn een flinke stroom te verwerken. Bedenk dat de piekstroom door een luidspreker bij zware bas-passages gemakkelijk tot 10 A kan oplopen! Tot slot geeft figuur 4/12.6-4 een impressie van de kompleet gemonteerde schakeling.

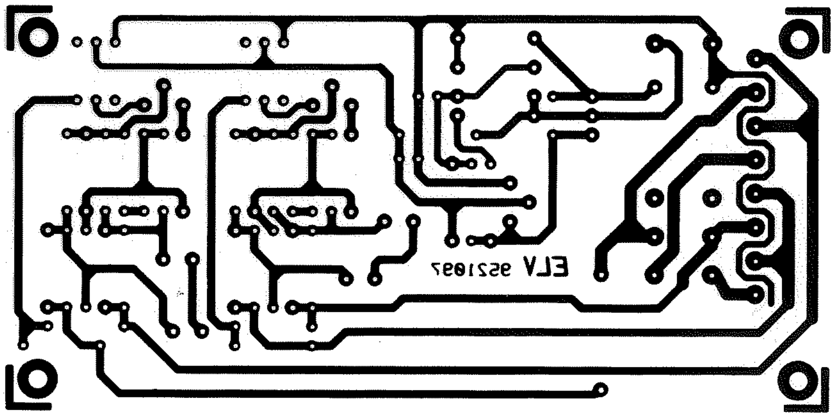
Bouwpakket informatie
Als extra service aan de nabouwers van deze schakeling kan nog vermeld worden dat deze beveiligde inschakelvertraging voor luidsprekers in diverse onderdelenzaken leverbaar is als kompleet bouwpakket. De samenstelling van dit bouwpakket, inclusief de print, wordt verzorgd door de firma Binell B.V., Postbus 83, 7440 AB Nijverdal, telefoon 05486-17475, fax 05486-12678. Het bouwpakket wordt geleverd onder de bestelcode 12-187-15. Op het genoemde adres kan men alle nodige informatie krijgen over prijzen en verkoopadressen.



Figuur 4/12.6-4: De volledig gemonteerde print, waaruit duidelijk blijkt hoe transistor T4 van een koelplaatje moet worden voorzien.

12.6 Beveiligde inschakelvertraging voor luidsprekers

12.6 Beveiligde inschakelvertraging voor luidsprekers



Figuur 4/12.6-2: De print van de schakeling.

4/12.7

Vermogensindicator voor luidsprekerboxen

Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een kleine schakeling beschreven, die in luidsprekerbehuizingen ingebouwd kan worden en die het momenteel gegenereerde ***sinus***-vermogen aangeeft op een schaal, die uit tien LED's bestaat. Het woordje sinus is niet voor niets vet/cursief geschreven, omdat het sinus-vermogen het enige echte vermogen is dat telt! De meeste versterkers worden, uit commerciële overwegingen, gekenmerkt door het ***piek***-vermogen dat zij kunnen leveren. Dat piekvermogen is echter niet duidelijk gedefinieerd en de kreet dat een versterker 300 W_{peak} kan leveren zegt op zich weinig. Zou men een dergelijke versterker gaan opmeten op het echte sinus-vermogen dat hij kan leveren, dan zou men waarden tussen 50 $W_{effectief}$ tot 150 $W_{effectief}$ kunnen verwachten. Vandaar dat het best wel handig is om een luidsprekerbox te voorzien van een indicator, die het echte sinus-vermogen aangeeft dat de box krijgt te verwerken. Zeker als de box wordt gebruikt in combinatie met wisselende versterkers kan een dergelijke eenvoudige schakeling zelfs het voortijdig overlijden van de luidsprekers voorkomen.

Geen voeding

Elektronica in een luidsprekerbox inbouwen? Hoe moet het dan met de voeding? Het unieke van de beschreven schakeling is dat *geen* voedingsspanning noodzakelijk is. De elektronica voedt zichzelf uit het uitgangssignaal van de eindversterker. Het geheel kan dus parallel over de luidsprekerklemmen geschakeld worden.

Specificaties

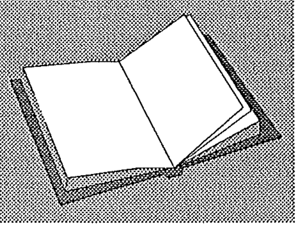
Het metertje heeft twee ingangen, een voor een bereik van 0,5 W tot 50 W en een voor een bereik van 2 W tot 200 W. Deze schalen zijn geijkt voor een luidsprekerimpedantie van 8 Ω. Gebruikt men het apparaatje met 4 Ω speakers, dan moeten alle waarden op de schaal met twee vermenigvuldigd worden. Heeft de box een impedantie van 16 Ω, dan moeten de schaalwaarden met de helft verkleind worden.

De schakeling

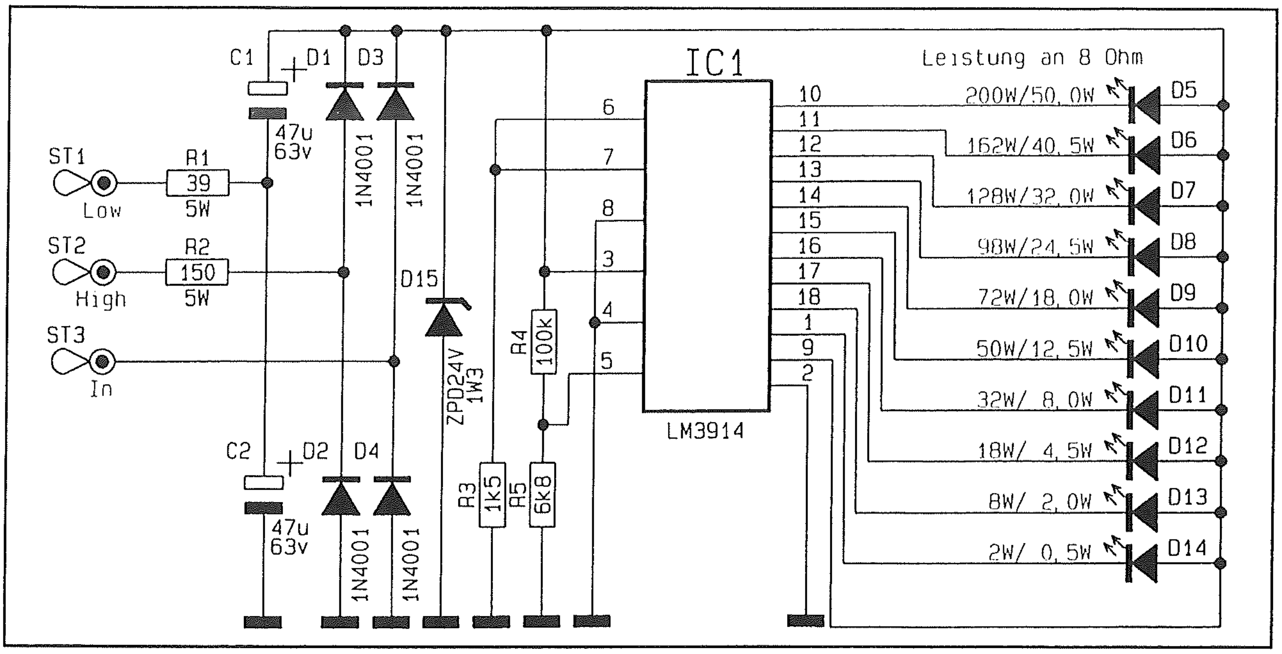
De volledige schakeling van deze vermogenmeter is getekend in figuur 4/12.7-1. Hart van de schakeling is de overbekende LED-driver LM3914 van NatSemi.

LEES OOK:

Hoofdstuk 6/6.9



12.7 Vermogensindicator voor luidsprekerboxen

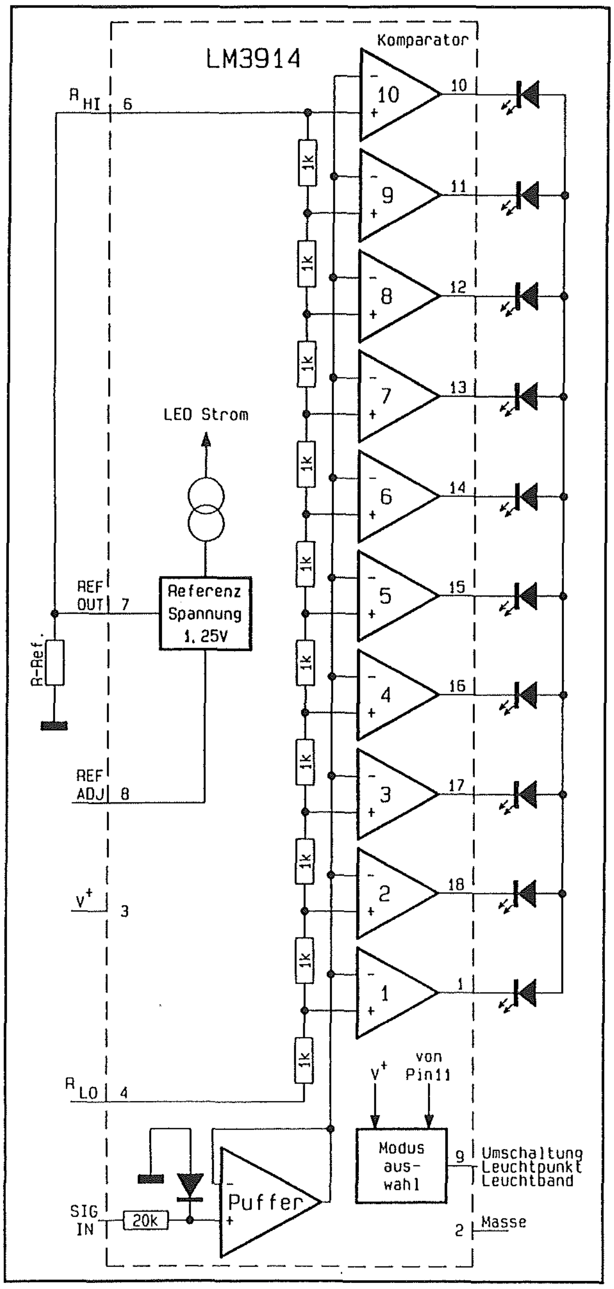


Figuur 4/12.7-1: Het volledig schema van de indicator.

Dit IC bevat, zie figuur 4/12.7-2, tien comparatoren. De niet-inverterende ingangen van deze schakelingen worden aangesloten op de aftakpunten van een resistieve spanningsdeler. Deze wordt gevoed door twee referentiespanningen, LO en HI. Omdat alle weerstanden van de deler even groot zijn, wordt het spanningsverschil HI-LO evenredig verdeeld over alle weerstanden. De inverterende ingangen van de comparatoren gaan naar een buffer en vandaar naar de ingang van de schakeling. Is de ingangsspanning kleiner dan LO, dan zullen alle comparatoruitgangen "H" zijn en zullen de aangesloten LED's niet branden. Stijgt de ingangsspanning, dan zullen steeds meer comparatoren omklappen en een lage uitgang genereren. De met deze lage spanningen verbonden LED's gaan dan oplichten. Hoe hoger de ingangsspanning, hoe meer LED's er oplichten. De LM3914 heeft dus een typische thermometerschaal. Het enige opmerkelijke aan de schakeling is de manier waarop de voedingsspanning voor het IC en de LED's uit het luidsprekersignaal wordt gegenereerd. Het luidsprekersignaal wordt aangesloten tussen de klemmen ST3 en ST2 (hoge vermogens) of tussen de klemmen ST3 en ST1 (lage vermogens). Eerst de werking van de ingang voor hoge vermogens. Deze ingang is via een serie-weerstand verbonden met de ene diagonaal van een diode-brug, die als gelijkrichter werkt. Over de tweede diagonaal staat de serie-schakeling van de twee condensatoren C1 en C2. Het luidsprekersignaal wordt dus gelijkgericht en over de twee condensatoren ontstaat een gelijkspanning, waarvan de waarde afhankelijk is van de grootte van het aan de luidspreker toegevoerde wisselspanningssignaal. De LM3914 mag maximaal met 25 V gevoed worden. Vandaar dat het noodzakelijk is een spanningsbegrenzing op te nemen, waarvoor de zenerdiode D15 verantwoordelijk is. Nu de voeding bij kleine vermogens. Zou men op dezelfde manier te werk gaan, dan zou bij minimale uitsturing van

12.7 Vermogensindicator voor luidsprekerboxen

de luidsprekers er te weinig gelijkspanning ontstaan om het IC te voeden en om de LED's aan het branden te krijgen. Vandaar dat gebruik wordt gemaakt van een spanningsverdubbeling. ST1 is aangesloten op het knooppunt van beide condensatoren. Stel dat de spanning op ST3 positief is ten opzichte van de spanning op ST1. De diode D3 gaat dan geleiden en de stroom vloeit af door de condensator C1. Dit onderdeel wordt opgeladen. Stel, even later, dat ST3 negatief wordt ten opzichte van ST1. Nu gaat de diode D4 geleiden en de diodestroom vloeit af via de condensator C2. Ook dit onderdeel wordt opgeladen. Na één periode van het wisselspanningssignaal zijn dus zowel C1 als C2 opgeladen tot de topwaarde van het luidsprekersignaal. Er is dus inderdaad sprake van spanningsverdubbeling, want het zal duidelijk zijn dat de schakeling nu wordt gevoed door de twee condensatorspanningen, dus door twee maal de topwaarde van het signaal. Op deze werkelijk ingenieuze manier (hulde, ontwerper!) zal het IC ook bij luidsprekervermogens van minder dan 1 W toch voldoende voedingsspanning krijgen om goed te werken en om de onderste LED van de keten te laten oplichten. Omdat de beschikbare voedingsspanning een maat is voor de grootte van de signaalspanning en dus een maat is voor het in de box gegenereerde vermogen, wordt deze spanning ook gebruikt als ingangsspanning voor het IC. De laagste referentie-ingang LO wordt met de massa verbonden, de hoogste HI met de intern gegenereerde zeer stabiele spanning van 1,25 V (pen 7). De LED's worden gevoed met een constante stroom. De waarde van deze stroom wordt bepaald door de weerstand R3, aangesloten op de uitgang van de interne referentie. De LED-stroom is ongeveer tien keer groter dan de stroom die door de weerstand R3 uit de referentie wordt getrokken. Met de gebruikte weerstandswaarde betekent dit dat de LED's gevoed worden met een stroom van ongeveer 8 mA, meer dan genoeg om de moderne zeer efficiënte LED's goed te laten branden.

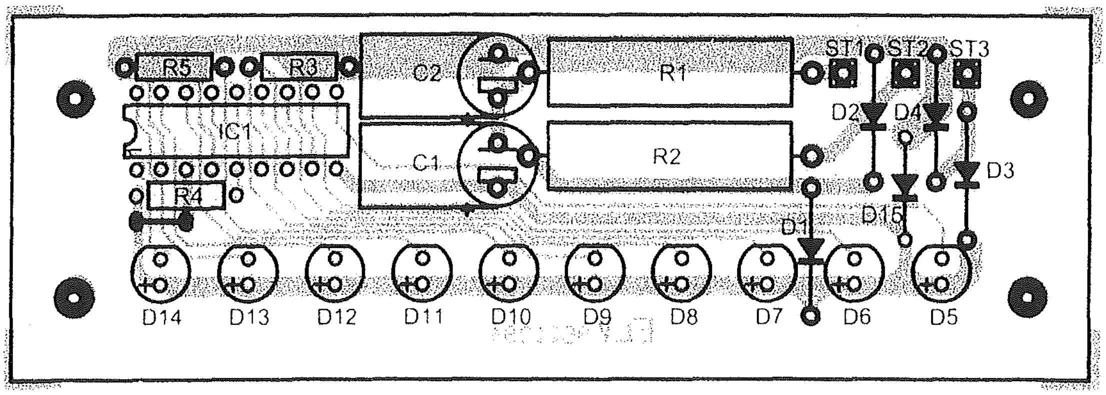


Figuur 4/12.7-2: Het intern blokschema van de LM3914.

12.7 Vermogensindicator voor luidsprekerboxen

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %	
R3	1,5 kΩ
R4	100 kΩ
R5	6,8 kΩ
WEERSTANDEN, 5 W DRAADGEWONDEN	
R1	39 Ω
R2	150 Ω
CONDENSATOREN	
C1,C2	47 μF 63 V printelco
HALFGELEIDERS	
D1,D2,D3,D4	1N4001
D15	24 V zener, 1,3 W
D5-D14	LED, 3 mm, rood
IC1	LM3914
DIVERSEN	
3 x printsoldeerlipje	
4 x M3x30 boutje	



Figuur 4/12.7-4: De componentenopstelling van de meter.

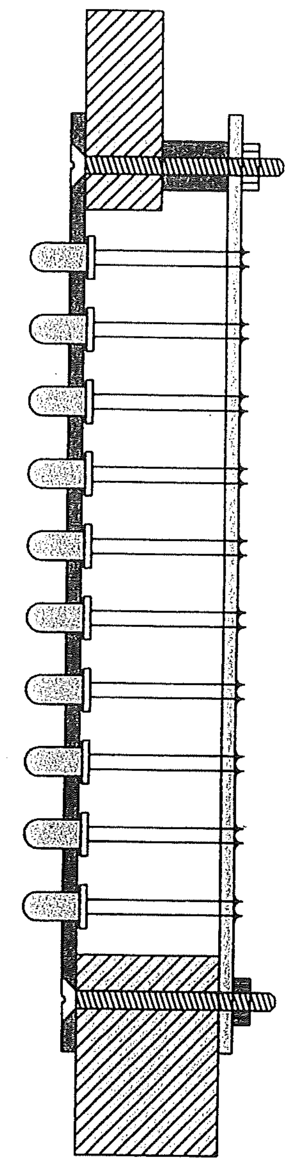
De bouw van de schakeling

De vermogenmeter kan worden opgebouwd op het printje, geschetst in figuur 4/12.7-3 op de transparante pagina. De componentenopstelling is getekend in figuur 4/12.7-4. Alle onderdelen worden op het printje gesoldeerd, op de tien LED's en de twee draadgewonden weerstanden na. Zoals uit de doorsnedetekening van figuur 4/12.7-5 volgt, wordt de afstand tussen de LED's en de printplaat in eerste instantie bepaald door de dikte van de wanden van de luidsprekerbox. Het is dus verstandig eerst een frontplaat-

je voor het printje te ontwerpen, een passend gat in de luidsprekerbehuizing te zagen en de afstand tussen frontplaat en printplaat op te meten. Als voorbeeld voor een ontwerp zou figuur 4/12.7-6 kunnen dienen.
Nadien kan men gemakkelijk berekenen hoe ver de onderkanten van de LED's van het oppervlak van de print moeten komen. Men kan nu de LED's op de print solderen. Tot slot worden de twee draadgewonden weerstanden gemonteerd, waarbij men er op moet letten dat er een ruimte van ongeveer 3 mm vrij blijft tussen print en weerstanden.
De weerstanden kunnen namelijk vrij heet worden en het is niet de bedoeling dat het epoxy van de print rechtstreeks aan deze hitte wordt blootgesteld.

Eindmontage
De ingangen van de print worden met stevige, soepele draadjes verbonden met de ingangen van de box. Hierbij moet men rekening houden met de capaciteit van de box:
- maximaal 50 W:
  aansluitingen ST3 en ST1
- maximaal 200 W:
  aansluitingen ST3 en ST2

De schakeling is nu klaar en kan getest worden door de box te verbinden met een eindversterker en muziek te draaien. Als alles naar wens werkt, moet men, als laatste handeling, print en frontplaat weer van de box schroeven en opnieuw bevestigen, maar dan met tussenvoeging van dubbelzijdig plakband.
Het is namelijk absoluut noodzakelijk dat deze ingreep in de box geen luchtlekken veroorzaakt! Zelfs de behuizing van een reflexkast, waar per definitie een groot gat in aanwezig is, moet voor de rest echt helemaal luchtdicht zijn afgesloten.



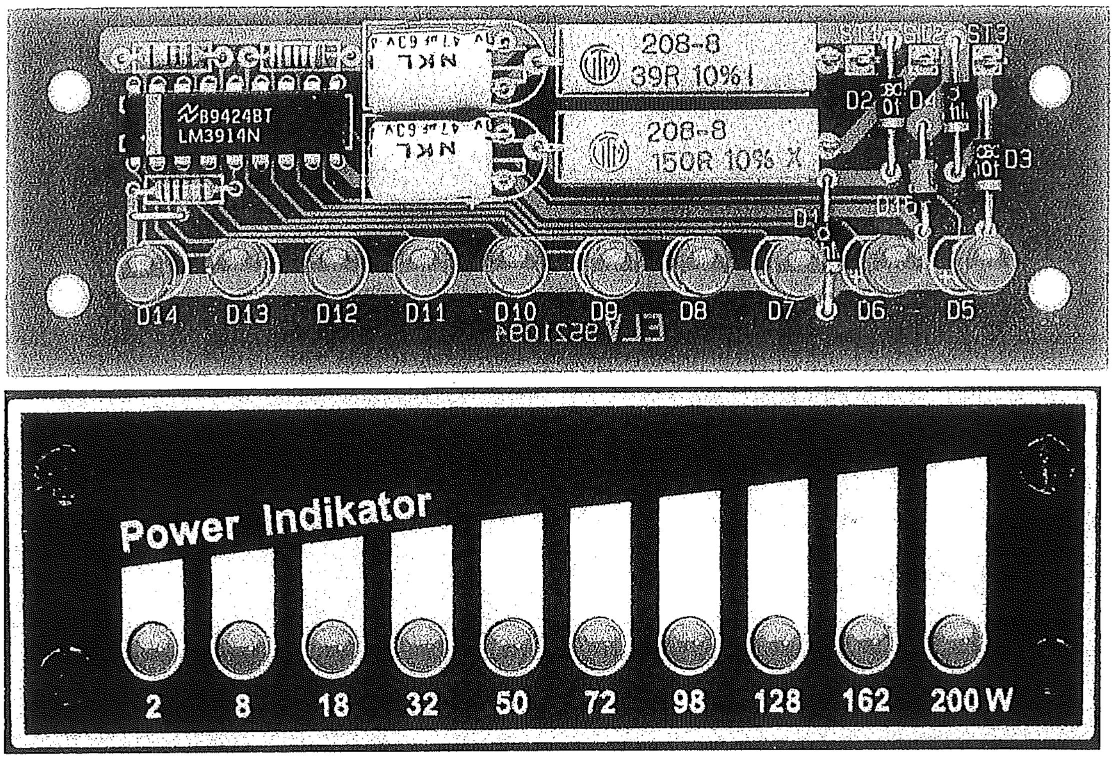
Figuur 4/12.7-5: Een doorsnede van de montage van printplaat en frontplaat op de wand van de luidsprekerbox.

Bouwpakket informatie
Als extra service aan de nabouwers van deze ELV-schakeling kan nog vermeld worden dat deze vermogensindicator in diverse onderdelenzaken leverbaar is als compleet bouwpakket. De samenstelling

12.7 Vermogensindicator voor luidsprekerboxen

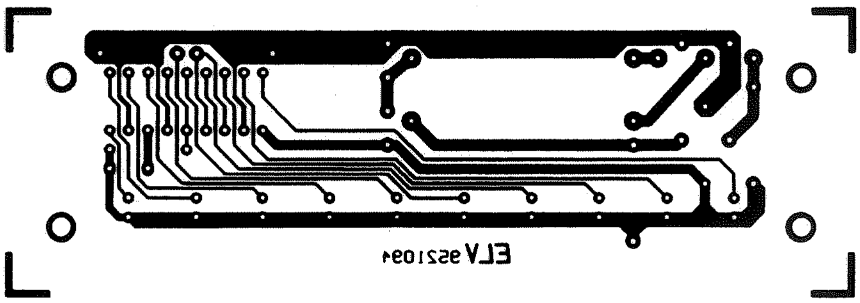
van dit bouwpakket, inclusief de print en een ***voorbedrukt frontplaatje met aan weerszijden een schaal,*** wordt verzorgd door de firma Binell B.V.,
Postbus 83, 7440 AB Nijverdal,
telefoon 0548-617.475,
fax 0548-612.678

Het bouwpakket wordt geleverd onder de bestelcode 12-187-14. Op het genoemde adres kan men alle nodige informatie krijgen over prijzen en verkoopadressen. Ook de firma DIL, telefoon 010-485.42.13, is tegenwoordig leverancier van de ELV-ontwerpen.



Figuur 4/12.7-6: De volledig gemonteerde print en een voorbeeldje van een fraai ontworpen frontplaatje.

12.7 Vermogensindicator voor luidsprekerboxen



Figuur 4/12.7-3: De print van de schakeling.

4/12.8

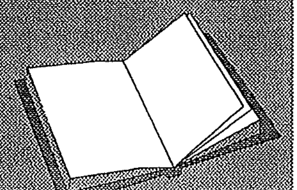
Oversturingsbeveiliging voor luidsprekers

Inleiding
Wie hangt zijn nieuwe Picasso met een elastiekje aan de muur? Niemand toch? Wie hangt zijn dure luidsprekercombinaties met een draadje aan zijn versterker? Zowat iedereen! Toch is dit net zo onverstandig. De meeste moderne versterkers worden symmetrisch gevoed en sturen dus de luidsprekers rechtstreeks zonder scheidingscondensatoren uit de eindtrappen. Als er iets mis gaat in de versterkers, bijvoorbeeld één van de eindtransistoren die in elkaar klapt, dan komt er een gelijkspanning van minstens enige tientallen volts over de luidsprekers te staan. Dag, luidsprekers! Een goede luidsprekerbeveiliging zou eigenlijk standaard aanwezig moeten zijn in iedere eindversterker. Maar ja, dat kost geld en stel nu dat het apparaat daardoor enige tientjes meer zou moeten opbrengen dan een vergelijkbaar produkt van de concurrentie...
Er zit dus niet veel anders op dan zélf die extra tientjes op tafel te leggen, goed gespendeerd geld als men de in dit hoofdstuk beschreven luidsprekerbeveiliging ermee nabouwt.

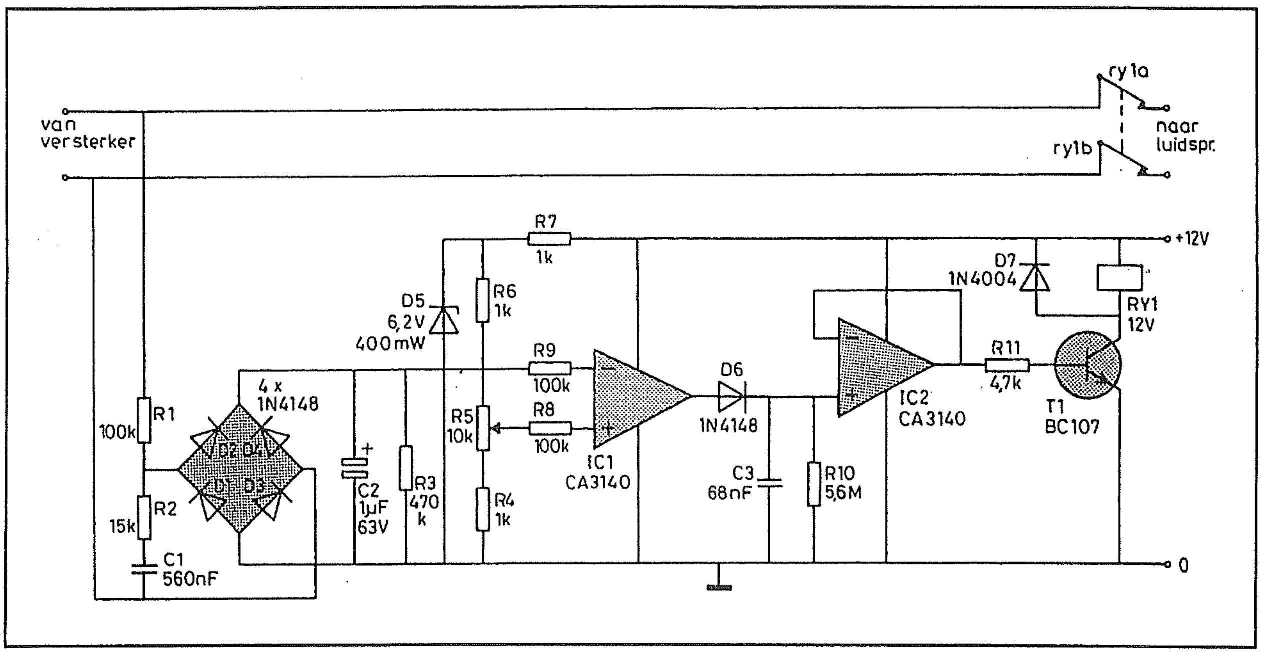
Het schema
Het volledig schema van de luidsprekerbeveiliging is getekend in figuur 4/12.8-1. Dit schema geldt voor één kanaal, voor stereo moet men dus twee identieke schakelingen nabouwen.

Voornaamste taak van de beveiliging is uit te zoeken of er op een bepaald onzalig moment een gelijkspanning op de uitgang van de versterker verschijnt. Is dat het geval, dan moet de verbinding tussen versterker en luidsprekers onmiddellijk worden verbroken.
De uitgang van de versterker wordt aangesloten op een frequentie-afhankelijk netwerkje, samengesteld uit de onderdelen R1, R2 en C1. Voor gelijkspanning heeft de condensator een oneindig hoge impedantie en het volledige versterkersignaal belandt via de diodebrug D1 tot en met D4 over de condensator C2. Deze brug is noodzakelijk omdat de schakeling zowel op positieve als op negatieve gelijkspanningen moet reageren.
De spanning over C2 wordt via R9 toegevoerd aan een als comparator geschakelde operationele versterker IC1.

LEES OOK:
Hoofdstuk 4/12.1



12.8 Oversturingsbeveiliging voor luidsprekers



Figuur 4/12.8-1: Het volledig schema van één kanaal van de universele luidsprekerbeveiliging.

Deze vergelijkt de spanning die door de defecte versterker wordt geleverd met een door middel van instelpotentiometer R5 instelbare referentie. Als de versterker geen signaal levert is de spanning op de inverterende ingang van IC1 in ieder geval groter dan de spanning op de niet-inverterende ingang. De uitgang is nul en over condensator C3 staat geen spanning. Buffer IC2 levert dus ook geen signaal aan schakeltransistor T1, het relais RY1 wordt niet bekrachtigd. De uitgang van de versterker is via de rustcontacten van het relais met de luidspreker(s) verbonden.
Als er een gelijkspanning op de uitgang van de versterker ontstaat slaat comparator IC1 om. De uitgang van deze operationele versterker wordt ongeveer gelijk aan de voedingsspanning, diode D6 gaat geleiden en laadt de kleine condensator C3 onmiddellijk op. De buffer stuurt via weerstand R11 de transistor T1 in verzadiging, het relais trekt aan en de verbinding met de luidspreker(s) wordt verbroken.

Staat er, zoals het hoort, alleen wisselspanning op de uitgang van de versterker, dan zal een deel van dit signaal over de serieschakeling van R2 en C1 terecht komen. Omdat de impedantie van de condensator kleiner wordt naarmate de signaalfrequentie stijgt, zal de spanning over de brug frequentie-afhankelijk zijn. Bij lage frequenties van een bepaalde amplitude krijgt de brug meer signaal toegevoerd dan bij signalen met dezelfde amplitude maar hogere frequentie. Dit signaal wordt gelijkgericht en stuurt natuurlijk ook de comparator. De schakeling werkt dus ook als automatische oversturingsindicator. Levert de versterker teveel vermogen af voor de toegepaste luidspreker(s), dan wordt het relais bekrachtigd en valt het geluid eventjes weg. Dat "eventjes" wordt bepaald door de waarde van condensator C3 en weerstand R10.
Bij een te grote signaalpiek wordt C3 opgeladen tot ongeveer de voedingsspanning.

12.8 Oversturingsbeveiliging voor luidsprekers

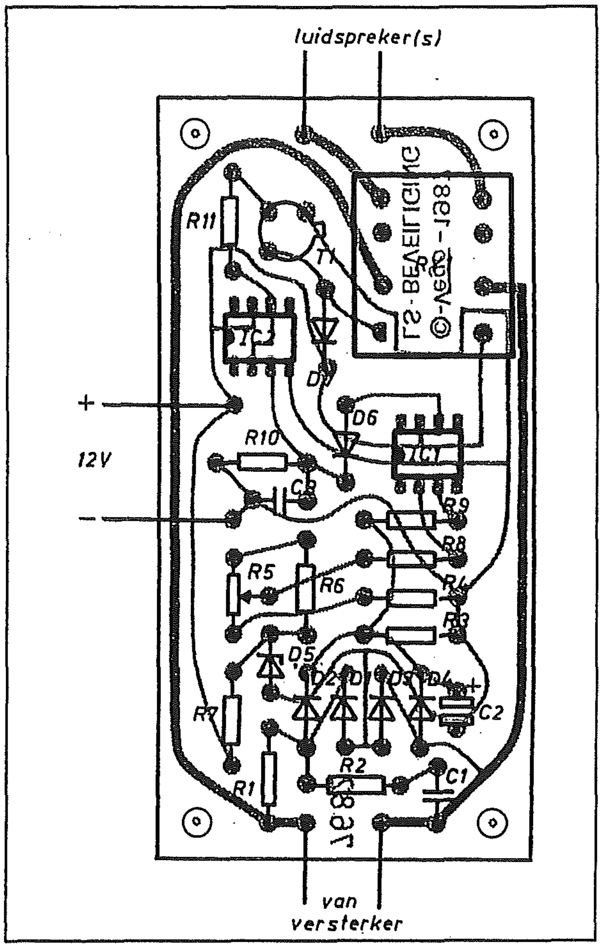
ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %	
R1,R8,R9	100 kΩ
R2	15 kΩ
R3	470 kΩ
R4,R6,R7	1 kΩ
R10	5,6 MΩ
R11	4,7 kΩ
INSTELPOTENTIOMETER, STAAND, 5 x 10 mm	
R5	10 kΩ
CONDENSATOREN	
C1	560 nF MKH
C2	1 µF 63 V printelco
C3	68 nF MKH
HALFGELEIDERS	
D1,D2,D3,D4,D6	1N4148
D5	6,2 V zener, 400 mW
D7	1N4004
T1	BC107
IC1,IC2	3140, mini-DIL
DIVERSEN	
1	12 V printrelais
2	IC-voetje, 8 pennen
6	printsoldeerlipje
1	instelwieltje voor instelpotentiometer

De condensator kan alleen via de grote weerstand R10 ontladen. Buffer IC2 heeft immers een zo goed als oneindig hoge ingangsweerstand en diode D6 belet dat de condensator onmiddellijk ontlaadt als de oversturingspiek wegvalt. Met de in het schema ingevulde waarde valt het geluid ongeveer één seconde weg. Een en ander is echter ook afhankelijk van het toegepaste relais. Hoe lager de houdspanning van dit onderdeel, hoe langer het duurt alvorens het relais afvalt en de verbinding tussen versterker en luidspreker weer wordt hersteld.

De bouw van de schakeling
De schakeling voor één kanaal kan worden ondergebracht op het printje van figuur 4/12.8-2 op de laatste pagina van dit hoofdstuk. Figuur 4/12.8-3 geeft de componentenopstelling.
Als relais is ieder type bruikbaar dat voldoet aan de penstructuur van figuur 4/12.8-4 en een aanspreekspanning van 12 V heeft.
Natuurlijk moet het relais wel in staat zijn de tamelijk grote luidsprekerstroom te geleiden.

12.8 Oversturingsbeveiliging voor luidsprekers



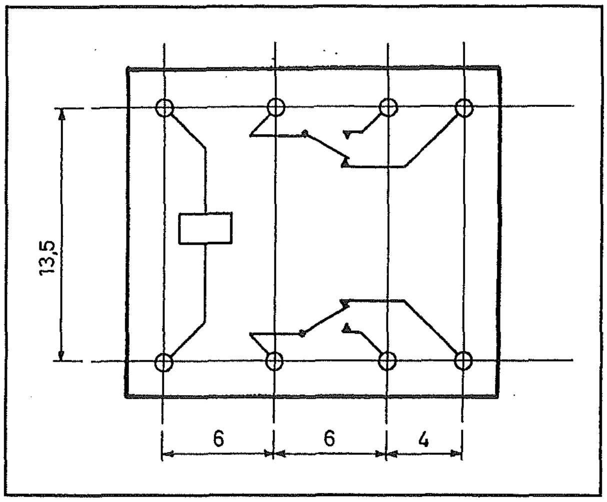
Figuur 4/12.8-3: De componentenopstelling van de schakeling.

Afwerking

De schakeling kan worden gevoed uit een 12 V stekervoeding. Men kan de schakeling, of de twee identieke schakelingen voor stereo, in een klein kastje bouwen en ergens in de buurt van de versterker opstellen.

Afregelen

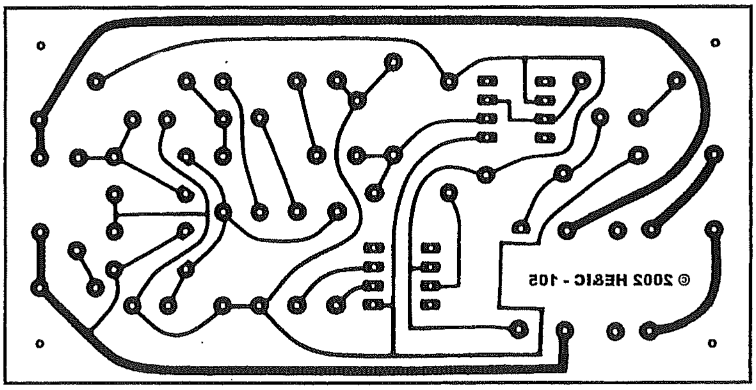
Sluit de print aan op een voedingsspanning van 12 V en regel instelpotentiometer R5 af tot er op de loper een spanning staat van +3 V. Het relais mag nu niet aantrekken. Raak één van de versterkeringangen even aan met een draadje dat met de +12 V is verbonden. Het relais moet onmiddellijk aantrekken en na ongeveer een seconde weer afvallen. De schakeling werkt! Het afregelen van het maximale vermogen is volledig afhankelijk van de karakteristieken van de versterker en de luidspreker(s).



Figuur 4/12.8-4: De aansluitgegevens van relais die op de print passen.

Met de in het schema ingevulde componentenwaarden en een instelling van de comparatordrempel op +3 V zal de schakeling de verbinding tussen versterker en luidspreker(s) onderbreken als er een effectief signaal van 7 V met een frequentie van 10 Hz op de ingang wordt gezet. Hetgeen bij een luidsprekerimpedantie van 7 Ω overeenkomt met een afschakelvermogen van 7 W. Deze drempel neemt echter zeer snel toe naarmate de signaalfrequentie stijgt of de drempelspanning hoger wordt ingesteld. Men kan het beste wat experimenteren met de schakeling. Zou men met het verdraaien van de loper van R5 niet het gewenste afschakelniveau kunnen instellen, dan kan men nog altijd de waarde van weerstand R2 verkleinen.

12.8 Oversturingsbeveiliging voor luidsprekers



Figuur 4/12.8-2: De print voor de schakeling.

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

U gaat naar **www.vego.nl/hobby** en selecteert uit het linker menu de optie "Printservice". In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: GRATIS bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

12.8 Oversturingsbeveiliging voor luidsprekers

4/12.9

Universele box voor 8 inch luidsprekers

De bouw van de box

Inleiding

Hoewel de meningen nogal verdeeld zijn over het verschijnsel "basreflexbox" is de in dit hoofdstuk beschreven universele luidsprekerbehuizing toch een soort basreflexbox. De opzet ervan is erg eenvoudig en goedkoop gehouden. Men kan er elke niet al te slechte 8 inch luidspreker die nog ergens rondslingert in kwijt. Het materiaal is spaanplaat en alles dat dikker is dan 12 mm is winst! Als u een oud 8 inch zogenaamd "dubbelconusluidsprekertje" hebt, gebruikt u dat. Er wordt dus gewerkt met een luidspreker voor het gehele audiogebied en dat is helemaal zo gek niet als men het tegenwoordig (nu tweewegen driewegsystemen de mode zijn) wil doen voorkomen. Een van de laatste "features" hebt u dan in ieder geval al, want een beter "fase-lineair" systeem dan dit is nauwelijks denkbaar! De lage tonen weergave is ook bij dit boxje uiteraard erg afhankelijk van de waarde van de resonantiefrequentie van de luidspreker die wordt gebruikt. Hoe lager de resonantiefrequentie, hoe beter de lage tonen tot hun recht komen. Maar, de resonantiefrequentie van een oude intensief gebruikte luidspreker is in de regel ongeveer één octaaf (factor twee in frequentie) lager geworden dan toen de speaker nieuw uit de winkel kwam. Een van de grappigste voordelen van deze box is het feit dat de vorm ervan nauwelijks invloed heeft op de resultaten die ermee te behalen zijn. Als u dus vindt dat die resultaten goed voldoen, bouwt u er nog een, met een bij uw interieur passende vorm.

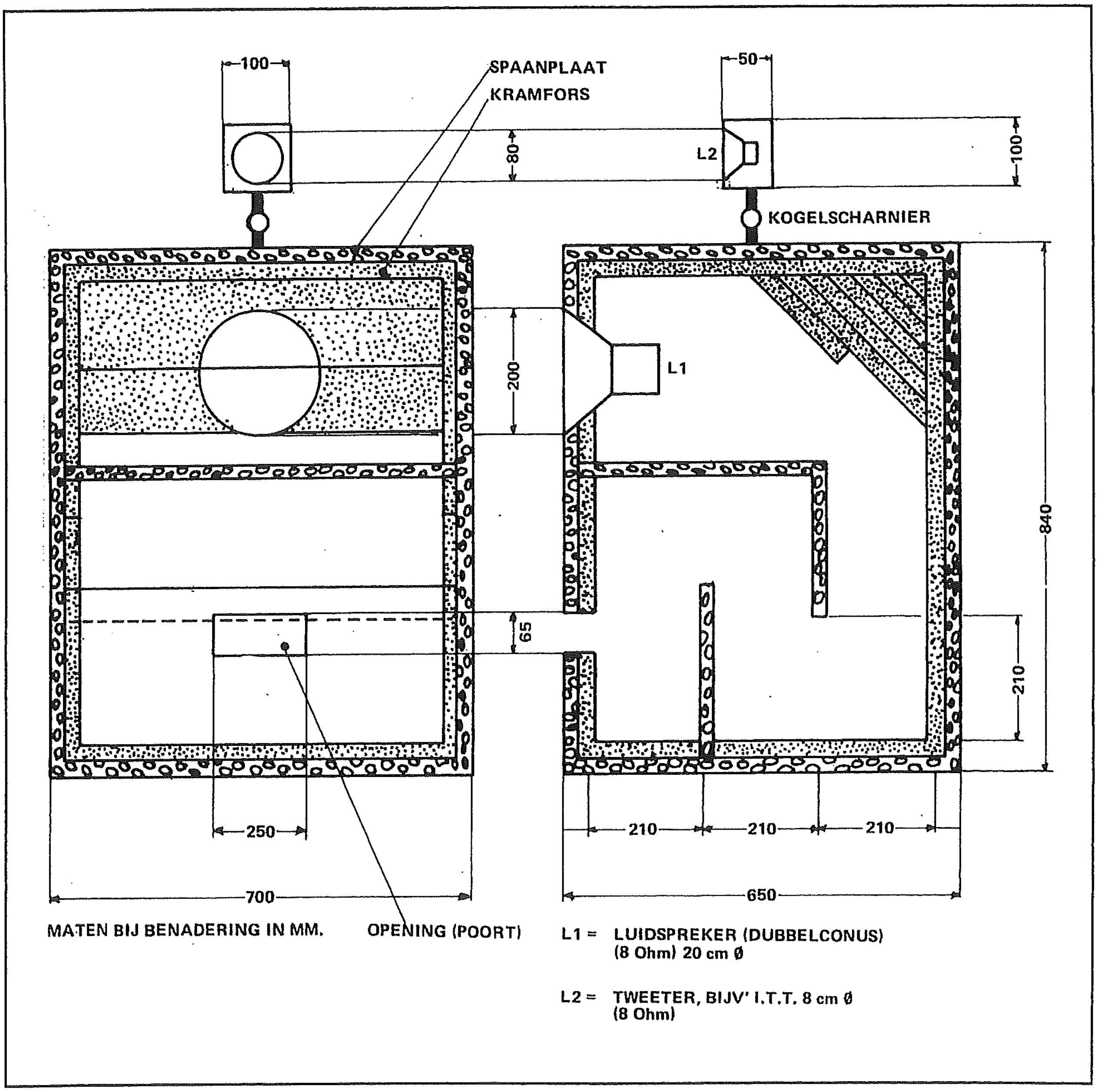
De "acoustische leiding"

U moet evenwel aan één voorwaarde voldoen en die betreft de "acoustische leiding" achter de conus binnen in de kast. Neem de luidspreker die u wilt gaan gebruiken eens in de hand. Denkt u nu het magneetsysteem daarvan weg, dan houdt u de conusdrager met daarin de conus over. Als u die snel zou ronddraaien zou u het omwentelingslichaam daarvan in gedachten te zien krijgen en dat zou (voor een luidspreker met een ronde conusoppervlakte) een bol worden.

LEES OOK:

Hoofdstuk 3/7.2
Hoofdstuk 3/7.4
Hoofdstuk 3/7.5
Hoofdstuk 3/7.6
Hoofdstuk 4/12.4
Hoofdstuk 6/14

12.9 Universele box voor 8 inch luidsprekers



Figuur 4/12.9-1: Een voorbeeld van de constructie van de box.

Die bol zou een diameter hebben gelijk aan de diameter van het conus-oppervlak geprojecteerd op een cirkel. U legt de luidspreker met het magneetsysteem omhoog op een tafel. Met een potlood tekent u nu het gat dat u in het voorfront van de kast moet zagen om de luidspreker daarin te kunnen aanbrengen. Dat is uiteraard een cirkel. Als u die cirkel nu in gedachten snel rond draait krijgt u een denkbeeldige bol. Zo'n bol moet nu heel gemakkelijk door de acoustische leiding kunnen rollen.

Afhankelijk van wat u aan vormgeving gaat verzinnen zou die acoustische leiding een rechthoekige of vierkante of misschien zelfs wel een ronde pijp kunnen worden. Dat doet er allemaal niets toe

12.9 Universele box voor 8 inch luidsprekers

zolang die "luidsprekerbol" er maar vrij doorheen kan rollen. Een van de doorsneematen van die vierkante of rechthoekige "pijp" die de acoustische leiding vormt, moet zo'n afmeting hebben dat de bol er lekker doorheen kan rollen: van boven naar beneden en langs alle hoeken. Die acoustische leiding zoals u die verzonnen hebt mag elke stand hebben die u wenst, met andere woorden u kunt de box rechtop zetten, op de kop zetten of plat neerleggen, hij zal er even goed of slecht om spelen! Aan de totale lengte van die acoustische pijp moet u evenwel niet al te veel veranderen.

Een model

In zijn eenvoudigste vorm wordt de box dus een rechtopstaande rechthoekige box, zoals er tegenwoordig dertien in een dozijn gaan. Het tekeningetje van figuur 4/12.9-1 geeft een voorbeeld.
Zoals u ziet krijgt de kast twee openingen, een waarachter de luidspreker aangebracht wordt en een "poort". Die poort is een rechthoekig gat in het voorfront. Daar plakt u aan de binnenkant een stukje textiel tegen. U kunt er ook een "schuifje" van maken door aan de buitenkant een rechthoekig plaatje schuifbaar aan te brengen waarmee u het gat geheel of ten dele en naar smaak kunt afsluiten. Hierdoor beïnvloedt u de weergave van het lage gebied.

De binnenbekleding en vulling

Langs alle wanden van de binnenkant van de kast wordt een plaatje aangebracht van papierspons, te koop onder de naam "Kramfors" in elke goede onderdelenzaak. Dat behoeft niet dikker te zijn dan 2 cm. Het wordt aan de randen tegen de voorkant, de achterkant, de zijkanten, de bodem en de deksel van de kast gespijkerd. Alleen langs de randen dus spijkeren, beslist niet in het midden. In de hoek van de kast, tegenover de achterkant van de luidspreker, worden een stuk of vijf steeds iets groter wordende plaatjes van dit materiaal aangebracht, zodat de hoek gevuld is. Denk eraan dat de "bol" er nog steeds langs moet kunnen! Op de tekening zijn ook de binnenschotten aangegeven, die van spaanplaat zijn gemaakt. Die lopen van de ene zijwand naar de andere. Deze schotten vormen een soort van labyrint, de totale lengte van boven naar beneden tot aan de onderste opening vormt de acoustische leiding. Alle verdere maten volgen uit de getallen bij de schets vermeld. De acoustische leiding wordt opgevuld met geluidsabsorberend materiaal. Ook dat is in pakken te koop. De gebruiksaanwijzing volgen voor wat betreft het in de leiding samendrukken van dat wattenachtige materiaal. Luchtig aanbrengen is geboden! Voor een volume van 100 dm^3 is ongeveer 600 gram nodig. De wanden van de kast worden op latjes geschroefd en bij het samenstellen wordt alles luchtdicht gelijmd.

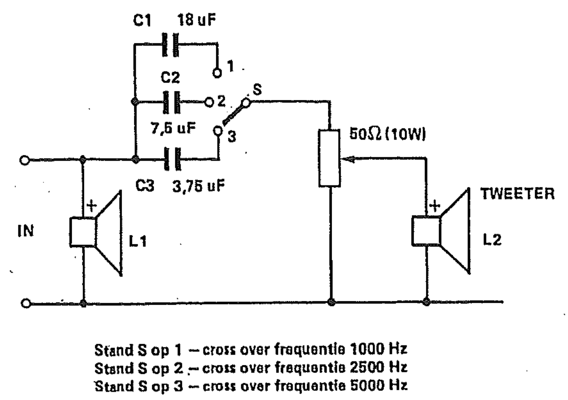
Tweeweg-systeem

Wie een tweeweg-systeem wil maken, kan nog een "tweeter"-luidsprekertje toevoegen. Huishoudwinkels verkopen plastic doosjes waar zo'n luidsprekertje precies in past. Dat doosje wordt met een kogelscharnier (fotohandel!) midden op de bovenplaat van de kast bevestigd.

Een eenvoudige toonregeling

Bij een tweeweg-systeem kan men op een heel eenvoudige manier een soort van "toonregeling" aanbrengen. De tweeter wordt via een instelbaar CR-filter met de hoofdluidspreker verbonden, zie figuur 4/12.9-2.

12.9 Universele box voor 8 inch luidsprekers



Figuur 4/12.9-2: Een eenvoudig cross-over netwerk voedt de tweeter.

$$C_k = \frac{150 \times 10^3}{f_o \times Z_l} \text{ microfarad}$$

Figuur 4/12.9-3: De formule voor het berekenen van de condensatorwaarden.

In dit schema is het cross-over punt te wijzigen door een enkelpolige omschakelaar met drie standen. Deze schakelt drie verschillende condensatorwaarden in. Kantelfrequenties van 1.000 Hz, 2.500 Hz en 5.000 Hz zijn over het algemeen de cross-over punten die het beste voldoen, al naar de aard van de muziek die wordt weergegeven. De condensatorwaarden voldoen aan deze drie kantelpunten als gebruik wordt gemaakt van een luidspreker met 8 Ω impedantie. Voor luidsprekers met een andere impedantie kunnen de condensatorwaarden worden berekend met de formule die in het kadertje van figuur 4/12.9-3 is opgenomen.

Hierin is:
- Ck:
  de waarde van de koppelcondensator in µF;
- f_o:
  de frequentie van het cross-over punt in Hz;
- Z_l:
  de impedantie van de luidspreker in Ω bij 1.000 Hz.

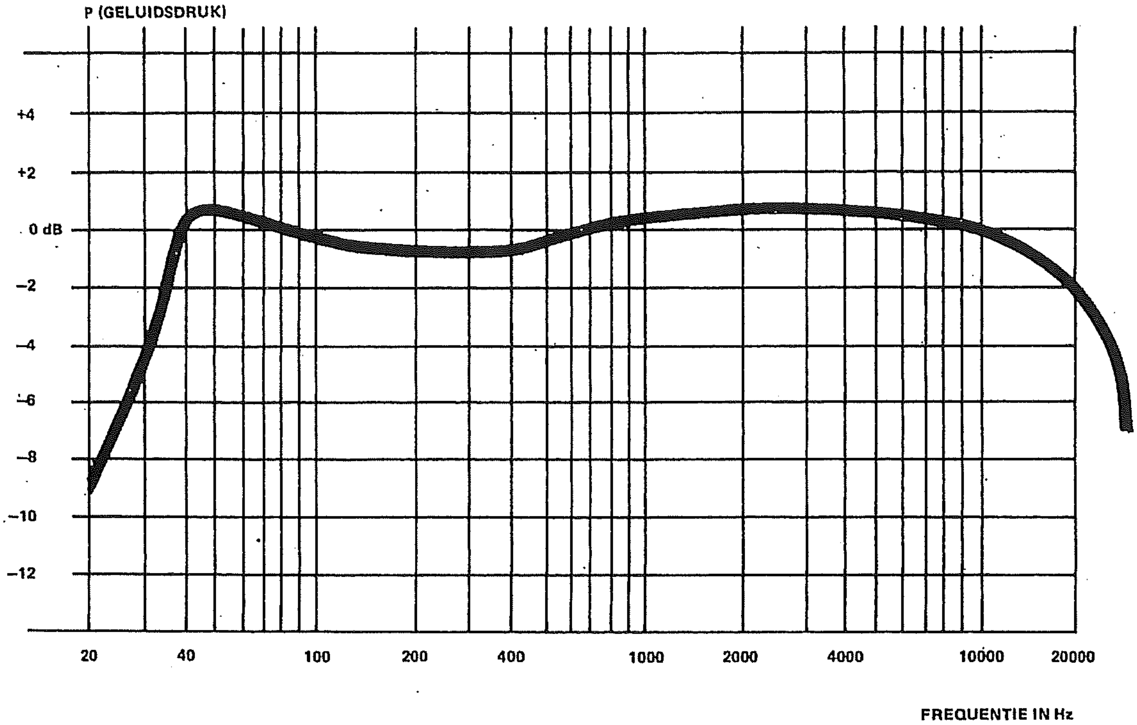
De condensatoren moeten zogenaamde bi-polaire typen zijn! De werkspanning liefst hoog, bijvoorbeeld 50 V.
De getekende potentiometer, waarmee men naar wens hoge tonen kan instellen, is een draadgewonden type van 50 Ω met een belastbaarheid van minstens 10 W.

De elektrische en acoustische resultaten
De elektrische belastbaarheid van de box hangt af van de luidspreker die men in de box gebruikt, maar die kan men in ieder geval een factor 2,5 hoger aannemen dan de waarde die de fabrikant ervan aangegeven heeft bij gebruik van een klankbord van 1 m x 1 m. Met een 10 W luidsprekertje heeft men dus een box die men rustig achter een 25 W versterker kan hangen.
De frequentiekarakteristiek, gemeten met een oude Philips luidspreker 9710M, is gegeven in figuur 4/12.9-4. De meting vond plaats in een nagalmvrije luidsprekermeetruimte (dode kamer), met de microfoon in de as van de conus, op 1 meter afstand, input 50 mW bij 400 Hz (0 dB).

Luidsprekerselectie

Inleiding
Er zijn heel goede, maar ook allermiserabelste luidsprekers te koop. Dat hoeft helemaal niet aan de prijs te liggen.

12.9 Universele box voor 8 inch luidsprekers



Figuur 4/12.9-4: De weergavekarakteristiek van de box met een standaard luidspreker.

Goedkope goede en dure slechte bestaan evengoed als goedkope slechte en dure goede! In het algemeen moet men van de fabrikant niet al te veel gegevens van zijn product verwachten. De elektrische belastbaarheid wordt als regel wel vermeld, een frequentiekarakteristiek is maar zelden bijverpakt. Als dat wél het geval is heeft men er nog niet veel aan, want de meetomstandigheden worden meestal zeer onvolledig of dikwijls zelfs helemaal niet gegeven.

Heeft u bijvoorbeeld ooit wel eens op de verpakking zien staan hoe hoog het acoustisch rendement van de luidspreker (in procenten, bij een gegeven frequentie) is? En voor welke frequentie de opgegeven impedantie geldt? Toch zijn dat twee zeer belangrijke gegevens.

Richtlijnen

Waar moet men zélf op letten bij de aanschaf van een luidspreker? In de eerste plaats moet men zich natuurlijk oriënteren over de beschikbare ruimte in de kast of gesloten box waarin de luidspreker wordt gemonteerd. Kies altijd de grootste luidspreker die daarin nog past. Men weet ook welk vermogen de versterker kan leveren, dus ook wat de maximale elektrische belastbaarheid van de te kopen luidspreker(s) zal moeten zijn.

Men spreekt dikwijls over het vermogen van de luidsprekers, maar dat is natuurlijk

12.9 Universele box voor 8 inch luidsprekers

klinkklare onzin. De versterker levert dat vermogen in een belastingsweerstand. Dat betreft een wisselstroomweerstand, dus een impedantie. De luidspreker moet dezelfde impedantie hebben en wel voor de juiste aanpassing bij 1.000 Hz.

Rendement
Als volgend punt komt het rendement van de luidspreker aan de orde. Vrijwel niemand kan dit in procenten opgeven. Nu is het rendement en de gevoeligheid bij een luidspreker één pot nat. De gevoeligste luidspreker is dus ook de luidspreker met het hoogste rendement.

Inductie in de luchtspleet
Dikwijls wordt wel de inductie in de luchtspleet van het magneetsysteem opgegeven. Daar heeft men, wat gevoeligheid betreft, houvast aan dus hoe groter dat getal hoe groter ook het rendement van de luidspreker.

Totale magnetische flux
Verder is, als die gegeven is, de totale magnetische flux een getal dat men in de gaten moet houden. Dat is namelijk het product van de magnetische inductie en het werkzame deel van de luchtspleet oppervlakte. Is deze parameter niet gegeven dan kijkt men hoe hoog de luchtspleet is. Dat is te zien aan de ijzeren topplaat op het magneetsysteem, dus aan de kant waar de conusdrager aan het magneetsysteem is bevestigd. Die hoogte bepaalt mede het luchtspleet oppervlak en is tevens een maat voor de maximale amplitude van de spreekspoel. Hoe dikker de plaat (of beugel) dus, des te beter.
Gaat het om een speciale lage tonen luidspreker dan is dit punt zeer belangrijk, samen met de resonantiefrequentie van de luidspreker.

Resonantiefrequentie
De resonantiefrequentie geeft de laagste frequentie aan waarvoor de luidspreker nog bruikbaar is. Frequenties beneden die waarde kunnen alleen maar met vervorming weergegeven worden. Hoe lager de resonantiefrequentie, hoe uitgebreider het lage tonen bereik.

Frequentiebereik
Het frequentiebereik van de luidspreker is uiteraard van belang als er het gehele audiogebied mee wordt weergeven, omdat het einde daarvan dan de hoogste nog weer te geven toon zal aangeven.
Bij lage tonenluidsprekers komt dat er minder op aan, maar de frequentiekarakteristiek (ook getrouwheidskromme genoemd) moet nu ook weer niet te smal zijn, want dan is men te zeer beperkt in de keuze van het zogenaamde cross-over punt, dat is het punt waar de lage tonen luidspreker ophoudt met weergeven en de midden/hogetonen luidspreker begint. Men spreekt dan van tweeweg weergave of tweeweg-systeem. Splitst men ook nog weer de midden en hoge tonen weergave dan spreekt men van een drieweg-systeem.
Om voldoende keuze te hebben is het prettig als de lage tonen luidspreker doorloopt tot zo ongeveer 5.000 Hz.

Cross-over punten
Veel toegepaste cross-over punten zijn 1.000 Hz, 2.500 Hz en 5.000 Hz.

De conus
De conus van een luidspreker is een verhaal apart. Specialisten geven sterk de voorkeur aan geschept-papieren conussen. Die zijn, als ze tenminste niet te hard zijn (nageperst onder toevoeging van bijvoorbeeld lak) het minste "timbre-

12.9 Universele box voor 8 inch luidsprekers

beïnvloedend". Plastic conussen klinken allemaal nasaal.
Papieren conussen ontwikkelen en scheppen is een buitengewoon moeilijk vak. Heel veel luidspreker fabrikanten kunnen dat niet zélf maar moeten het overlaten aan papierfabrieken die zich op dat gebied hebben gespecialiseerd. Dat zijn er in de hele wereld maar weinig.
Van het grootste belang is dat men in de winkel controleert of de conus goed ingebouwd is, dat wil zeggen of de luidspreker niet zoals men dat noemt een bepaalde "voorspanning" heeft. Dat komt er in feite op neer dat de spreekspoel zich dan niet in het midden (van de hoogte) van de luchtspleet bevindt, maar te diep in het magneetsysteem, dan wel te ver eruit zit. In beide gevallen treedt bij het bewegen van de spreekspoel dus amplitudebegrenzing naar één kant op. Men koopt dan géén luidspreker maar een soort van acoustische gelijkrichter. Dit is helaas een zeer veel voorkomende fout die vooral als de spoel grote mechanische bewegingen moet maken, dus bij het weergeven met hoog volume en bij het weergeven van lage tonen, de weergave behoorlijk verpest.

De voorspanning controleren

Voorspanning kan men als volgt controleren. Pak de luidspreker met de rechterhand op bij het magneetsysteem. Houdt hem vast met de conusdrager verticaal. Steek de duim van de rechterhand door een van de gaten die zich in de conusdrager bevinden tot u de conus "voelt". Pak nu met de middelvinger van de hand de conus aan de voorkant precies tegenover uw duim aan de achterkant door het gat beet. Beweeg de conus voorzichtig heen en weer. Hij moet evenver, en bewogen met dezelfde kracht van uw vingers, naar voren als naar achteren te bewegen zijn.
Kijk ook door de gaten aan de achterkant van de conusdrager naar binnen. Daar ziet u de centrering of centreerring, want het is bijna altijd een ringvormige geïmpregneerde schijf textiel, met rillen op het oppervlak. Die moet volledig vlak liggen, dus niet bol of hol staan. Een bolle of holle centreringsoppervlakte betekent eveneens voorspanning.
Kijk eveneens of men bij het vastlijmen van de spoel aan de centrering geen klodders of slierten lijm over die rillen gemorst heeft. Dit komt vooral bij bepaalde merken Japanse luidsprekers nogal eens voor. De rillen van de centrering kunnen dan niet homogeen bewegen en de luidspreker geeft onnodige vervorming.
Controleer vervolgens de rand van de conus door deze met de holle kant naar het licht te houden terwijl u er door de gaten in de conusdrager vanaf de achterkant naar kijkt. U zult zien dat die rand dun is. Waar u op letten moet is of de rand homogeen geschept is, kortom of er zich geen dunnere en dikkere plekken in bevinden. Over de gehele lengte van de rand moet er dus evenveel licht doorschijnen. Dit punt geldt uiteraard alleen bij geschept papieren conussen. Plastic conussen zijn meestal geperst uit een stuk homogeen materiaal dus daar ziet u niets aan.
Tenslotte, kijk of de aansluitsnoertjes vanaf de spreekspoel naar de aansluitpunten van de luidspreker niet te strak zitten en de conusoppervlakte niet raken.

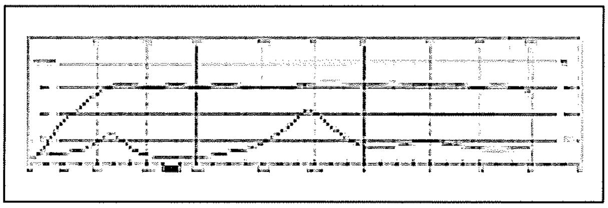
12.9 Universele box voor 8 inch luidsprekers

4/12.10

Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

Inleiding
In dit hoofdstuk bespreken wij de zelfbouw van een gesloten luidsprekerbox, waarbij de nadruk van de ontwerpers heeft gelegen op een zo neutraal mogelijke klankweergave. Vandaar dat wij dit ontwerp dan ook een box voor minnaars van klassiek hebben genoemd, hoewel dit natuurlijk een belediging is voor alle overige luisteraars, die niet van klassiek houden maar wél van een strakke, natuurlijke weergave. Onder strakke, natuurlijke weergave wordt verstaan dat de ontwerpers er alles hebben aan gedaan om een zo vlak mogelijke frequentiekarakteristiek te realiseren. Daar zijn ze uitstekend in geslaagd want, zie figuur 4/12.10-1, uit deze helaas onduidelijke grafiek blijkt dat het frequentiebereik van deze box zo goed als recht verloopt tussen 30 Hz en 22 kHz! Om dit te bereiken is een aantal nogal ongebruikelijke maatregelen genomen.

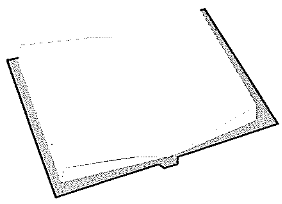
- Twee woofers
  In het ontwerp zijn twee woofers aangebracht, die weliswaar elektrisch parallel zijn geschakeld, maar acoustisch in twee volledig gescheiden compartimenten zijn opgesloten. Bovendien zijn het geen identieke woofers, maar twee verschillende modellen die iets andere afmetingen en specificaties hebben.
- Uitgebreid scheidingsfilter
  Het toegepaste scheidingsfilter bevat niet minder dan 8 weerstanden, 9 condensatoren en 6 spoelen! Rekening houdende met het feit dat het een drieweg filter is, zult u moeten toegeven dat er meer dan standaard aandacht aan het filter is besteed.



Figuur 4/12.10-1: De totale frequentiekarakteristiek van de Carmen 3.

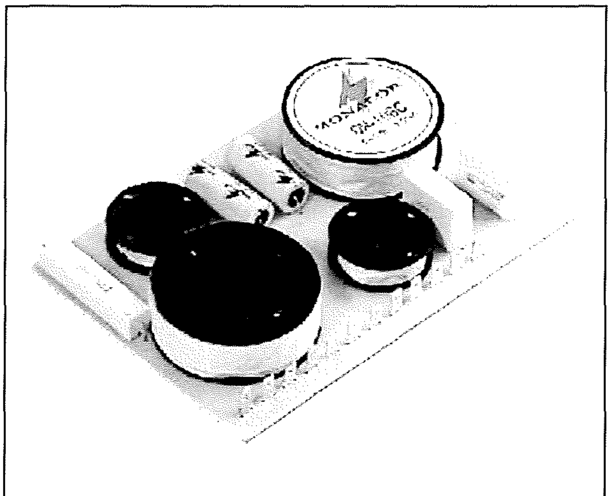
Om u een indruk te geven hebben wij in figuur 4/12.10-2 een fotootje gepubliceerd van een standaard drieweg scheidingsfilter dat van de fabrikant de quali-

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/7.2
Hoofdstuk 3/7.3
Hoofdstuk 3/7.4
Hoofdstuk 3/7.6
Hoofdstuk 4/12.3



12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

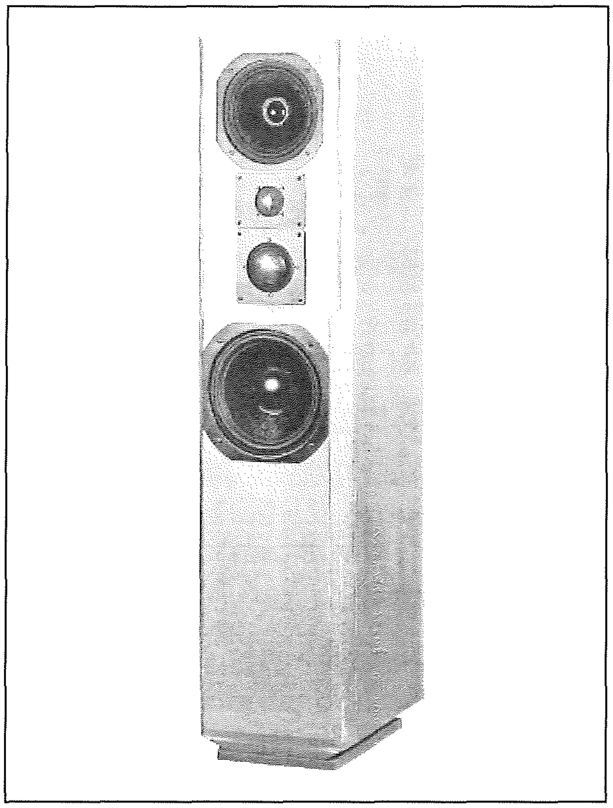
ficatie “zeer goed” meekrijgt: in totaal negen onderdeeltjes moeten het totale frequentiebereik splitsen in de drie banden. Nu zegt het aantal onderdelen natuurlijk in principe erg weinig, maar het filter is berekend met speciale software en uitgebreid getest.
Ook aan de faseweergave van het totale systeem is de nodige aandacht besteed, wat natuurlijk bij stereoweergave een absolute voorwaarde is om een evenwichtig stereobeeld te verkrijgen.



Figuur 4/12.10-2: Een “normaal” drieweg scheidingsfilter bevat hooguit een tiental onderdelen.

Presentatie

Ook aan de presentatie van de box hebben de ontwerpers heel wat aandacht besteed. Zoals u uit figuur 4/12.10-3 kunt afleiden is de Carmen 3 een sieraad in uw woonkamer. De behuizing heeft een hoogte van iets meer dan een meter en heeft een oppervlak van 230 mm bij 312 mm. Dank zij deze vrij kleine basisafmetingen passen twee boxen zonder optisch te storen links en rechts naast uw stereomeubel, terwijl de hoogte is aangepast aan de gemiddelde oorhoogte van een zittende luisteraar.



Figuur 4/12.10-3: Het uiterlijk van de Carmen 3.

Algemene specificaties

De Carmen 3 heeft de volgende algemene specificaties:
- type behuizing:
  volledig gesloten systeem
- impedantie:
  4 Ω
- frequentiebereik:
  30 Hz tot 22 kHz
- scheidingsfrequenties:
  950 Hz en 4 kHz
- maximaal vermogen:
  200 W

De luidsprekers

Iedere Carmen 3 bevat vier luidsprekers uit de stal van Monacor. Monacor is een merk dat goed leverbaar is, een zoektocht op internet levert voldoende links op. Via www.bmm-electronics.nl kunt u bijvoorbeeld de luidsprekers bestellen,

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

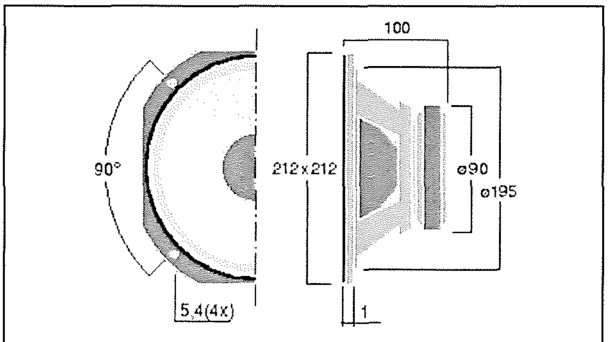
hoewel de toegepaste typen géén voorraadexemplaren zijn bij deze leverancier. In de volgende paragraafjes zullen wij de vier toegepaste typen even aan u voorstellen.

SPH-212

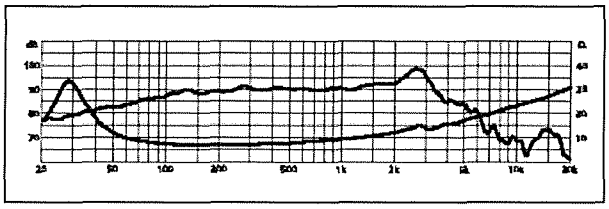
De SPH-212, zie figuur 4/12.10-4, is een bass speaker met een conusdiameter van 200 mm, een maximaal vermogen van 120 W en een impedantie van 8 Ω. In figuur 4/12.10-5 zijn de afmetingen samengevat, figuur 4/12.10-6 geeft de frequentieweergave. De weergever heeft een papieren membraan met een speciale laag ter versteviging en een magneet met een diameter van 90 mm.



Figuur 4/12.10-4: De bass speaker SPH-212 van Monacor.



Figuur 4/12.10-5: Afmetingen van de SPH-212.



Figuur 4/12.10-6: Frequentieweergave en impedantieverloop van de SPH-212.

Voor het geval dat u aan de behuizing en het scheidingsfilter wilt gaan rekenen, geven wij u de belangrijkste specificaties van de SPH-212:

- impedantie:
  8 Ω
- resonantie frequentie:
  30 Hz
- frequentiebereik:
  3 kHz
- aanbevolen frequentiebereik:
  2,5 kHz
- maximaal vermogen:
  120 W
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  90 dB
- mechanische kwaliteitsfactor:
  2,21
- elektrische kwaliteitsfactor:
  0,50
- totale kwaliteitsfactor:
  0,41
- equivalent volume:
  82 l
- gelijkstroom weerstand:
  6,2 Ω
- spreekspoel inductie:
  0,6 mH
- spreekspoel diameter:
  25 mm
- spreekspoel hoogte:
  14 mm
- lineaire uitwijking:
  ±90 mm
- gewicht:

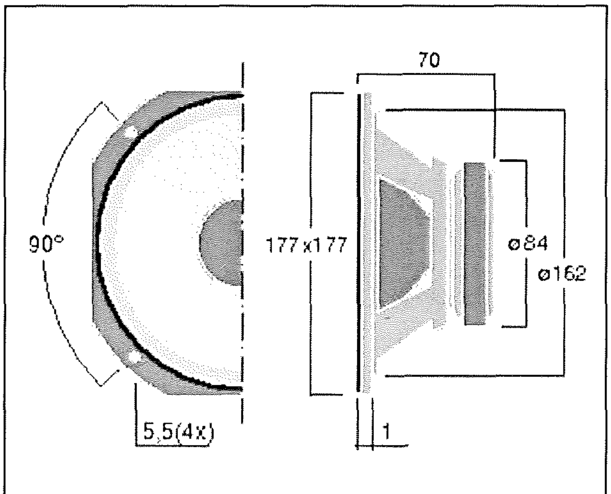
1,5 kg
- richtprijs:
  € 67,00

SPH-175

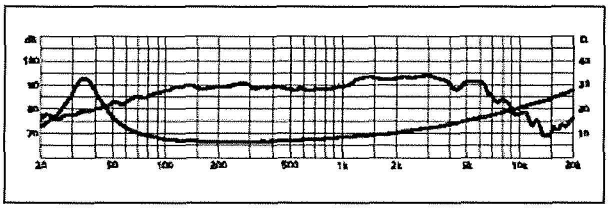
De SPH-175, zie figuur 4/12.10-7, is de tweede iets kleinere bass speaker (conusdiameter 165 mm) die in de Carmen 3 wordt toegepast. Deze luidspreker heeft een maximaal vermogen van 100 W en een impedantie van 8 Ω. In figuur 4/12.10-8 zijn de afmetingen samengevat, figuur 4/12.10-9 geeft weer de frequentieweergave.



Figuur 4/12.10-7: De bass speaker SPH-175.



Figuur 4/12.10-8: Afmetingen van de SPH-175.



Figuur 4/12.10-9: Frequentieweergave en impedantieverloop van de SPH-175.

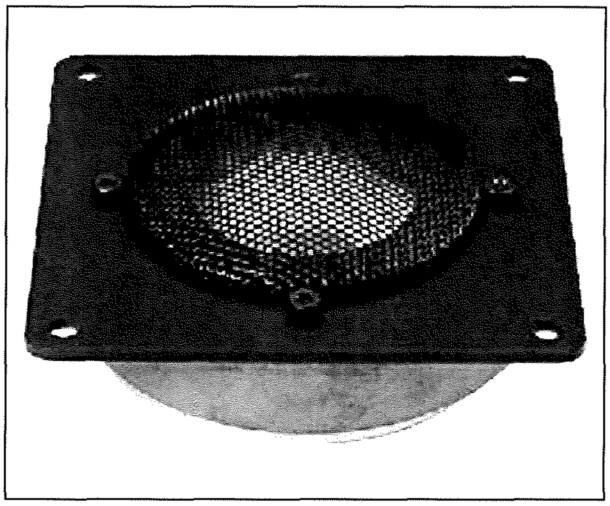
Voor het geval dat u erg rekenlustig van aard bent, geven wij ook nu u de belangrijkste specificaties van deze luidspreker:
- impedantie:
  8 Ω
- resonantie frequentie:
  33 Hz
- frequentiebereik:
  5 kHz
- aanbevolen frequentiebereik:
  3 kHz
- maximaal vermogen:
  100 W
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  90 dB
- mechanische kwaliteitsfactor:
  1,98
- elektrische kwaliteitsfactor:
  0,43
- totale kwaliteitsfactor:
  0,35
- equivalent volume:
  48 l
- gelijkstroom weerstand:
  5,7 Ω
- spreekspoel inductie:
  0,5 mH
- spreekspoel diameter:
  25 mm
- spreekspoel hoogte:
  10 mm
- lineaire uitwijking:
  ±84 mm
- gewicht:
  1,2 kg

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

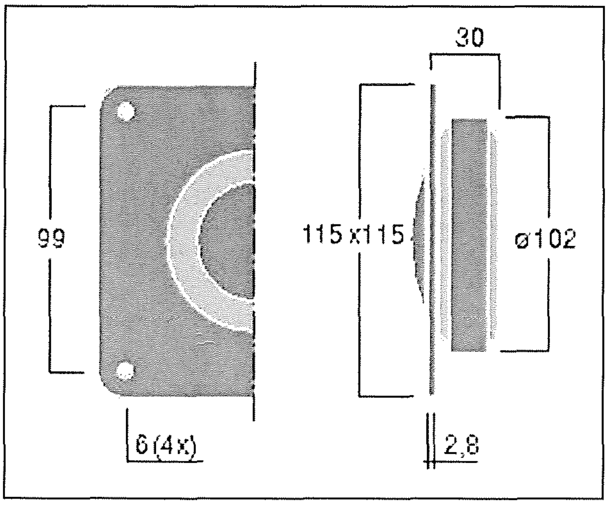
- richtprijs:
  € 54,50

DM-510

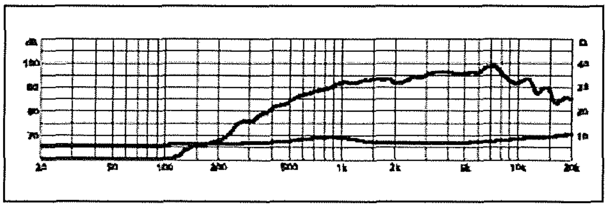
De DM-510, voorgesteld in figuur 4/12.10-10, is de middentoner van het systeem. Het is een 9 cm dome speaker gemaakt van een zeer lichte titanium legering. Met zijn aanbevolen frequentiebereik van 900 Hz tot 5 kHz is deze speaker inderdaad ideaal voor het middenbereik. In figuur 4/12.10-11 zijn de afmetingen en in figuur 4/12.10-12 de karakteristieken weergegeven.



Figuur 4/12.10-10: De middentoner DM-510.



Figuur 4/12.10-11: Afmetingen van de DM-510.



Figuur 4/12.10-12: Frequentieweergave en impedantieverloop van de DM-510.

Tot slot weer de belangrijkste specificaties van de DM-510:

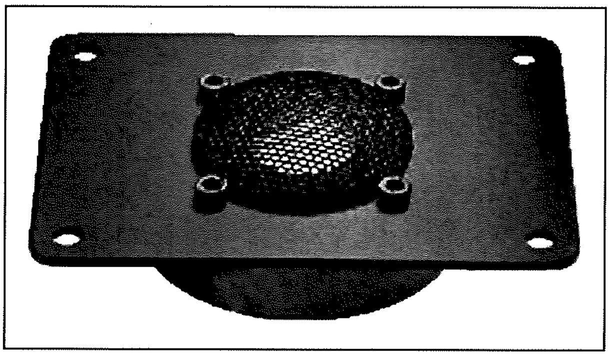
- impedantie:
  8 Ω
- resonantie frequentie:
  800 Hz
- frequentiebereik:
  12 kHz
- aanbevolen frequentiebereik:
  0,9 - 3 kHz
- maximaal vermogen:
  150 W
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  91 dB
- mechanische kwaliteitsfactor:
  0,96
- elektrische kwaliteitsfactor:
  1,32
- totale kwaliteitsfactor:
  0,56
- gelijkstroom weerstand:
  5,7 Ω
- spreekspoel inductie:
  0,15 mH
- magneet diameter:
  102 mm
- gewicht:
  1,1 kg
- richtprijs:
  € 85,50

DT-250

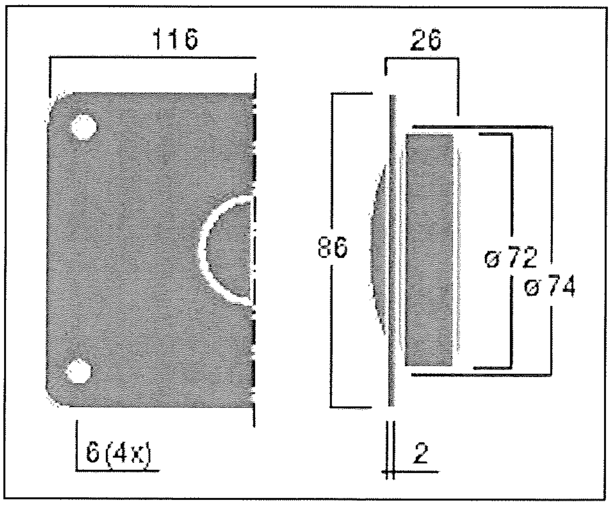
De DT-250 van figuur 4/12.10-13 is de hogetoner van het systeem. Het is een 25 mm dome tweeter gemaakt van een

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

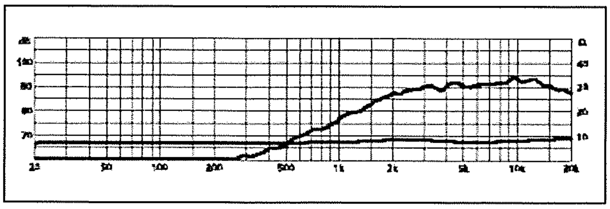
zeer lichte titanium legering. Met zijn frequentiebereik tot 25 kHz is deze speaker inderdaad ideaal voor zelfs de allerhoogste noten en geluiden. In figuur 4/12.10-14 zijn de afmetingen en in figuur 4/12.10-15 de karakteristieken weergegeven.



Figuur 4/12.10-13: De hogetoner DT-250 van het systeem.



Figuur 4/12.10-14: De afmetingen van de DT-250.



Figuur 4/12.10-15: Frequentieweergave en impedantieverloop van de DT-250.

De specificaties van de DT-250:
- impedantie:
  8 Ω
- resonantie frequentie:
  1,7 kHz
- frequentiebereik:
  25 kHz
- aanbevolen frequentiebereik:
  3 kHz - 22 kHz
- maximaal vermogen:
  100 W
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  90 dB
- magneet diameter:
  72 mm
- gewicht:
  0,55 kg
- richtprijs:
  € 48,50

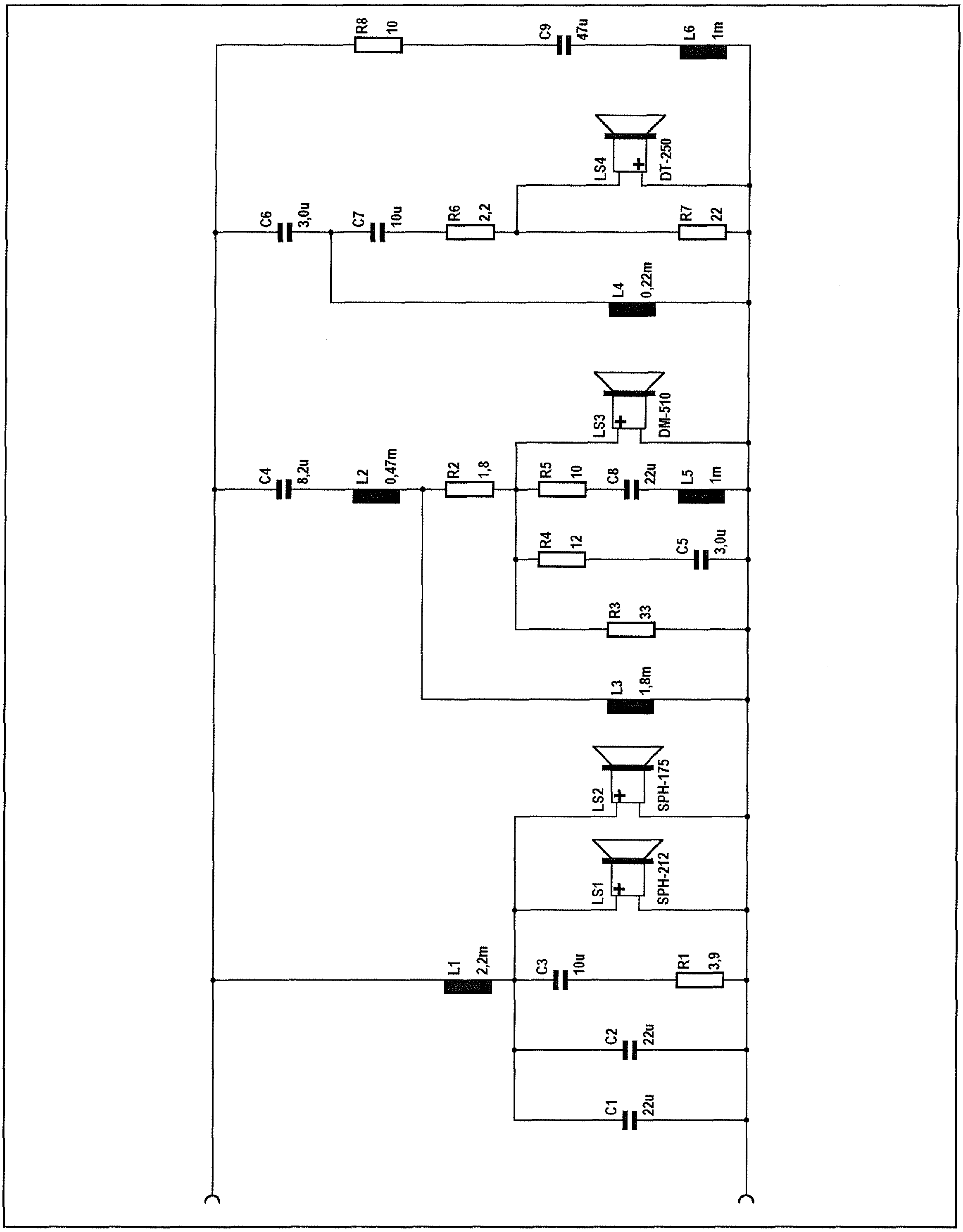
Het scheidingsfilter

Het schema van het scheidingsfilter is voorgesteld in figuur 4/12.10-16. Het filter bestaat uit vier takken. De schakeling rond de spoel L1 vormt het laagdoorlaat filter waarmee de twee bass speakers van signaal worden voorzien. Het banddoorlaat filter rond L2, L3 en L5 is tamelijk complex, meer gegevens over de werking worden door de ontwerpers niet verstrekt. De derde kring rond L4 vormt het hoogdoorlaat filter voor de tweeter. Tot slot zorgt de seriekring rond L6 voor een optimalisatie van de frequentieonafhankelijkheid van de impedantie van het totale systeem. Let op de polariteit van de vier luidsprekers!

De bouw van het filter

De spoelen kunt u natuurlijk zélf wikkelen, maar Monacor levert in de serie LSIP-xxx kant-en-klare spoelen met de juiste inductie en diameter, zie figuur 4/12.10-17.

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan



Figuur 4/12.10-16: Het complexe drieweg scheidingsfilter.

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

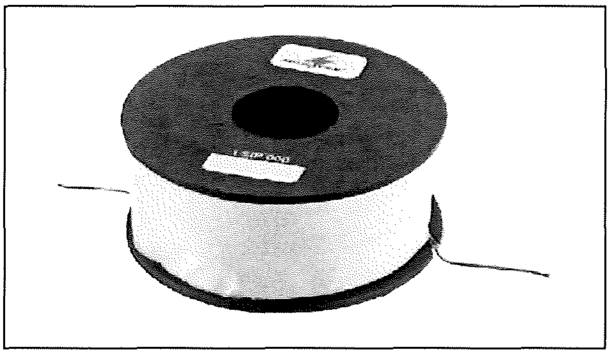
ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, DRAADGEWONDEN			
R1	3,9	Ω	20 W
R2	1,8	Ω	10 W
R3	33	Ω	10 W
R4	12	Ω	5 W
R5	10	Ω	5 W
R6	2,2	Ω	10 W
R7	22	Ω	5 W
R8	10	Ω	10 W
CONDENSATOREN, MKT OF BIPOLAIR			
C1,C2	22	µF	250 V
C3	10	µF	35 V
C4	8,2	µF	250 V
C5,C6	3,0	µF	250 V
C7	10	µF	250 V
C8	22	µF	35 V
C9	47	µF	250 V
SPOELEN			
L1	2,2	mH	1,2 mm^2
L2	0,47	mH	1,0 mm^2
L3	1,8	mH	1,0 mm^2
L4	0,22	mH	0,85 mm^2
L5,L6	1	mH	0,85 mm^2

Deze spoelen zijn weliswaar vrij prijzig, de adviesprijzen variëren tussen € 1,98 en € 11,40, maar u krijgt dan wel zeer professioneel uitziende onderdelen die zonder meer in het filterconcept passen. In onderstaand lijstje ziet u welke inducties overeenkomen met welke typenummers:

- 0,22 mH LSIP22/2
- 0,47 mH LSIP-47/1
- 1 mH LSIP-100/2
- 1,8 mH LSIP-180
- 2,2 mH LSIP-220

Voor de condensatoren mag u uiteraard geen elco's gebruiken, maar folie-uitvoeringen van het type MKT of speciale bipolaire elco's van het type bi-elco. In figuur 4/12.10-18 ziet u boven zo'n 250 V folie-condensator en onder een 35 V bi-elco.

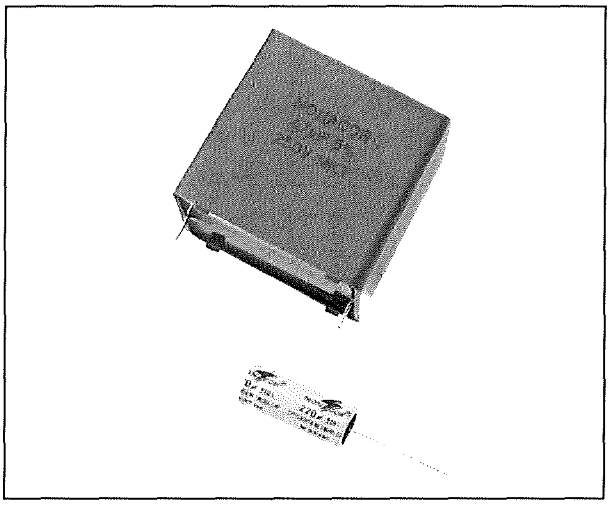


Figuur 4/12.10-17: De Monacor spoelen uit de serie LSIP-xxx.

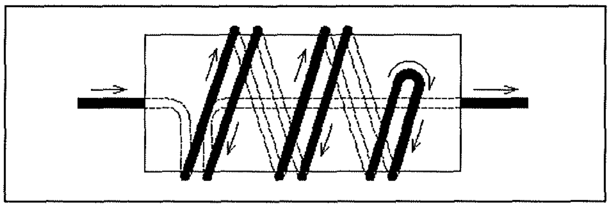
De weerstanden moeten, vanwege het vermogen, uiteraard draadgewonden zijn. Als u ze ergens kunt vinden, moet u bifilair gewikkelde weerstanden aanschaffen. Deze zijn gewikkeld volgens het systeem dat in figuur 4/12.10-19 is voorgesteld en hebben als groot voordeel dat zij geen zelfinductie hebben.

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan

Lukt het niet deze bijzondere weerstanden te vinden, dan kunt u natuurlijk ook de bekende witte draadgewonden weerstanden toepassen.



Figuur 4/12.10-18: Bruikbare condensatoren zijn MKT's (boven) of bi-elco's (onder).

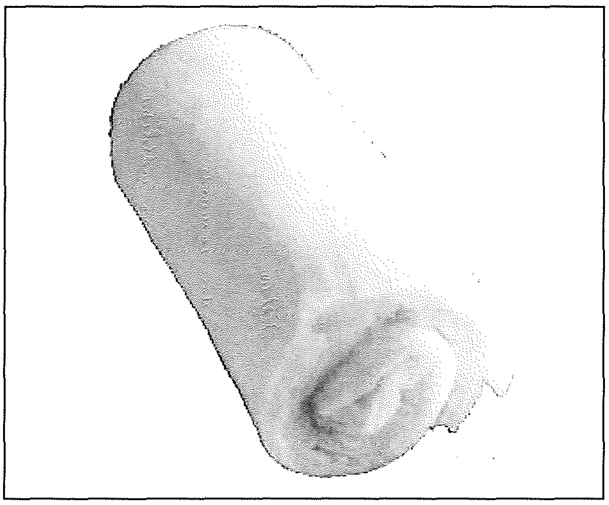


Figuur 4/12.10-19: Het principe van een bifilair gewikkelde weerstand.

Wij hebben voor het scheidingsfilter geen print ontworpen omdat dit, met de grote variatie in afmetingen van bruikbare onderdelen, vrijwel onbegonnen werk is. U moet dus met stripboard aan de slag of zelf een printje ontwerpen, aangepast aan de afmetingen van uw onderdelen.

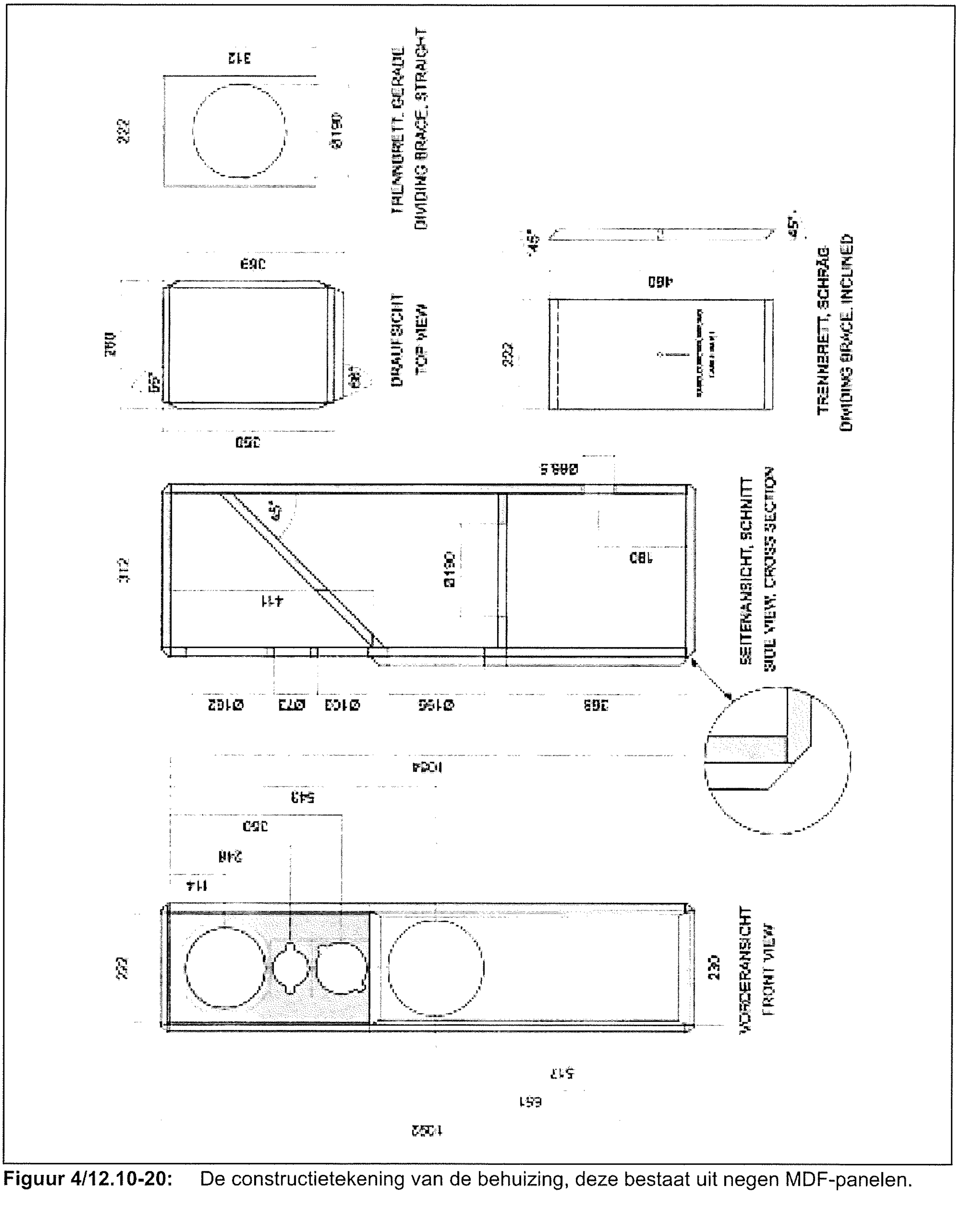
De constructie van de behuizing

Nu komt het écht leuke werk aan de beurt: het maken van de luidsprekerkast. Aan de hand van de constructietekening van figuur 4/12.10-20 zult u er weinig moeite mee hebben. De afmetingen gelden voor 19 mm MDF als basismateriaal. U heeft de volgende panelen nodig:
2 x [1.073 * 350 mm^2]
2 x [1.035 * 222 mm^2]
1 x [682 * 234 mm^2]
2 x [350 * 222 mm^2]
1 x [460 * 222 mm^2]
1 x [312 * 222 mm^2]
De drie compartimenten van de box worden opgevuld met polyester wattendekens, zie figuur 4/12.10-21. Ook dit materiaal zit in het leveringsprogramma van Monacor en wel onder het typenummer MDM-2. U heeft drie zakken nodig. Voor de absoluut luchtdichte bevestiging van de luidsprekerchassis kunt u gebruik maken van zelfklevende schuimband, ook alweer te koop bij Monacor onder het typenummer MDM-5. Hiervan heeft u ongeveer 1 m nodig.
De afschuining van de hoeken van de box heeft niet alleen met een bepaald schoonheidsideaal van de ontwerpers te maken. Het voorkomt zogenaamde hoekreflecties en het wordt dus ten stelligste aanbevolen dat u dat vervelende klusje toch maar uitvoert.



Figuur 4/12.10-21: Polyester wattendekens als dempingsmateriaal.

12.10 Carmen 3, een drieweg systeem voor de klassiek fan



Figuur 4/12.10-20: De constructietekening van de behuizing, deze bestaat uit negen MDF-panelen.

4/12.11

Advantage-Sub, een gesloten box voor 45 cm subwoofers

Inleiding
Bij het ontwerpen van behuizingen voor grote subwoofer luidsprekers komt het er op aan de afmetingen van de box zo klein mogelijk te maken, zonder dat dit de goede basweergave van de speaker benadeelt. In de meeste gevallen wordt gebruik gemaakt van een volledig gesloten behuizing, waar de luidspreker in de behuizing zit en die wordt afgestemd door het aanbrengen van een aantal bassreflex tubes. Door de juiste keuze van het aantal en de afmetingen van deze tubes kan men de impedantie- en frequentiekarakteristieken van de toegepaste luidspreker volledig tunen.
In dit hoofdstuk wordt een universele box beschreven die bruikbaar is voor vrijwel alle subwoofers met een diameter van ongeveer 45 cm. De box is specifiek ontworpen voor de SP-46/500PA van Monacor, een forse subwoofer met een diameter van 46 cm. Wij geven u een uitgebreid overzicht van de specificaties van deze luidspreker, zodat u kunt vergelijken of de door u omarmde subwoofer enigszins in de buurt komt en dus past in deze behuizing.

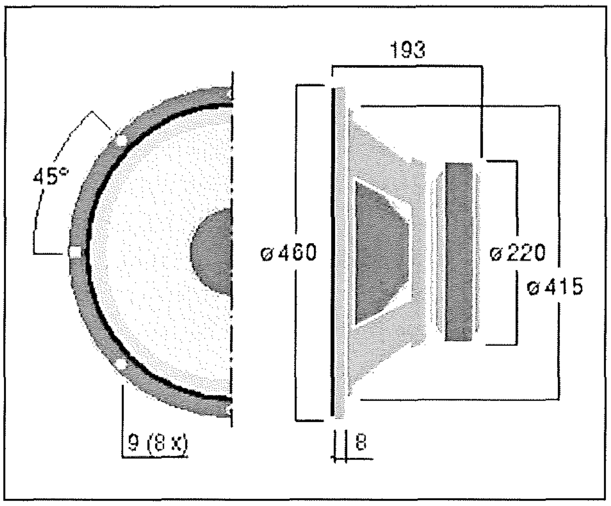
De subwoofer SP-46/500PA van Monacor
De subwoofer SP-46/500PA, voorgesteld in figuur 4/12.11-1, is een standaard en dus niet te dure speaker uit het aanbod van Monacor. Met een bewegende massa van 160 g en een maximale lineaire conusuitwijking van ±5 mm levert deze subwoofer een goede prijs/prestatieverhouding. In figuur 4/12.11-2 zijn de afmetingen voorgesteld, figuur 4/12.11-3 geeft de frequentie- en impedantiekarakteristiek. De grote impedantiepiek ligt uiteraard op de resonantiefrequentie van 30 Hz en een van de voornaamste taken van de behuizing is deze piek zo goed mogelijk te dempen. Een tweede klus voor het hout is de weergavekarakteristiek in het laag wat op te vijzelen, iets dat natuurlijk volledig samenhangt met het afvlakken van de impedantiepiek.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/7.2
Hoofdstuk 3/7.3
Hoofdstuk 3/7.4
Hoofdstuk 3/7.6
Hoofdstuk 4/12.3

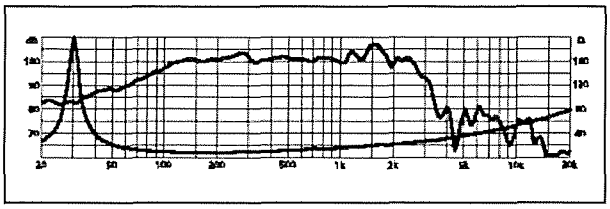
12.11 Advantage-Sub, een gesloten box voor 45 cm subwoofers



Figuur 4/12.11-1: De subwoofer SP-46/500PA van Monacor.



Figuur 4/12.11-2: Afmetingen van de SP-46/500PA.



Figuur 4/12.11-3: Frequentieweergave en impedantieverloop van de SP-46/500PA.

Specificaties

Voor het geval dat u de SP-46/500PA wilt vergelijken met andere subwoofers geven wij u de belangrijkste specificaties van deze luidspreker:

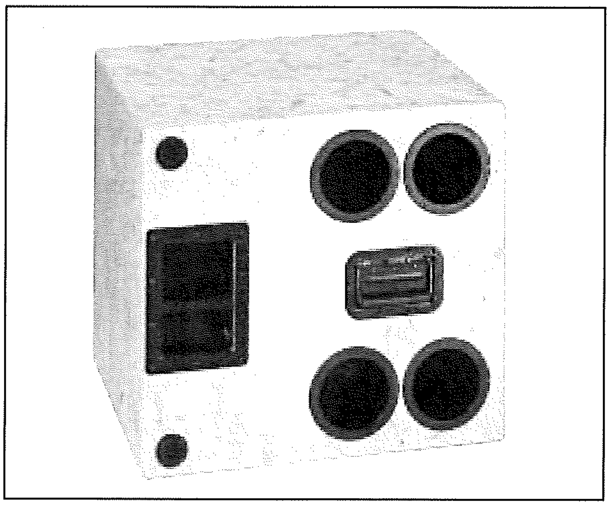
- impedantie:
  8 Ω
- resonantie frequentie:
  30 Hz
- frequentiebereik:
  2,5 kHz
- aanbevolen frequentiebereik:
  900 Hz
- maximaal vermogen:
  1.000 W
- maximaal effectief vermogen:
  500 W_{RMS}
- gemiddelde geluidsdruk (1 W/1 m):
  101 dB
- bewegende massa:
  160 g
- mechanische weerstand:
  3,7 kg/s
- mechanische kwaliteitsfactor:
  8,08
- elektrische kwaliteitsfactor:
  0,28
- totale kwaliteitsfactor:
  0,27
- equivalent volume:
  333 l
- gelijkstroom weerstand:
  5,7 Ω
- spreekspoel inductie:
  1,45 mH
- spreekspoel diameter:
  100 mm
- spreekspoel hoogte:
  20 mm
- luchtspleet:
  10 mm
- lineaire uitwijking:
  ±5 mm
- effectief membraan oppervlak:
  1.180 cm^2
- magneet diameter:

12.11 Advantage-Sub, een gesloten box voor 45 cm subwoofers

220 mm
- gewicht:
  10,5 kg
- richtprijs:
  € 221,00

De behuizing

De volledig gesloten behuizing is voorgesteld in figuur 4/12.11-4. Althans, één van de zijkanten want die is bij een subwoofer behuizing het belangrijkst. De subwoofer zit immers bij een volledig gesloten box ingebouwd ín de behuizing en is van de buitenzijde niet te zien. De zijkant bevat de belangrijke openingen voor de bass-reflex tubes, de handvatten en het aansluitpaneel.



Figuur 4/12.11-4: De zijkant van de behuizing met de gaten voor de bass-reflex tubes.

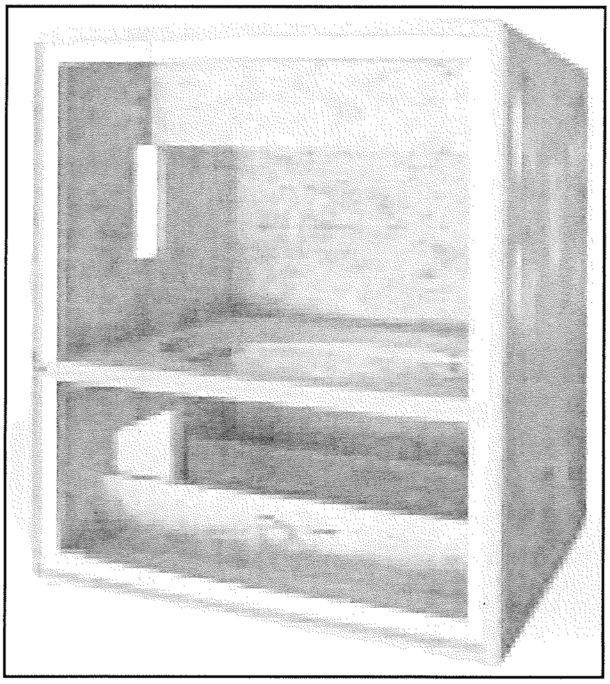
De behuizing heeft als afmetingen 584 mm bij 500 mm bij 500 mm en is dus tamelijk compact als u rekening houdt met de afmetingen van de subwoofer.

Montagetekening

In figuur 4/12.11-5 zijn de drie aanzichten van de behuizing voorgesteld. Met deze drie tekeningen kunt u, als ervaren boxenbouwer, natuurlijk aardig uit de voeten. De maten gaan uit van spaanplaat met een dikte van 18 mm. De diverse panelen worden met vierkante en driehoekige latjes van 20 mm bij 20 mm in elkaar geschroefd en gelijmd. Als u niet zélf zaagt, moet u de onderstaande panelen laten uitzagen uit het basismateriaal:

2 x [584 * 536 mm^2]
2 x [584 * 500 mm^2]
2 x [500 * 518 mm^2]
1 x [500 * 500 mm^2]
1 x [100 * 500 mm^2]
2 x [75 * 500 mm^2]

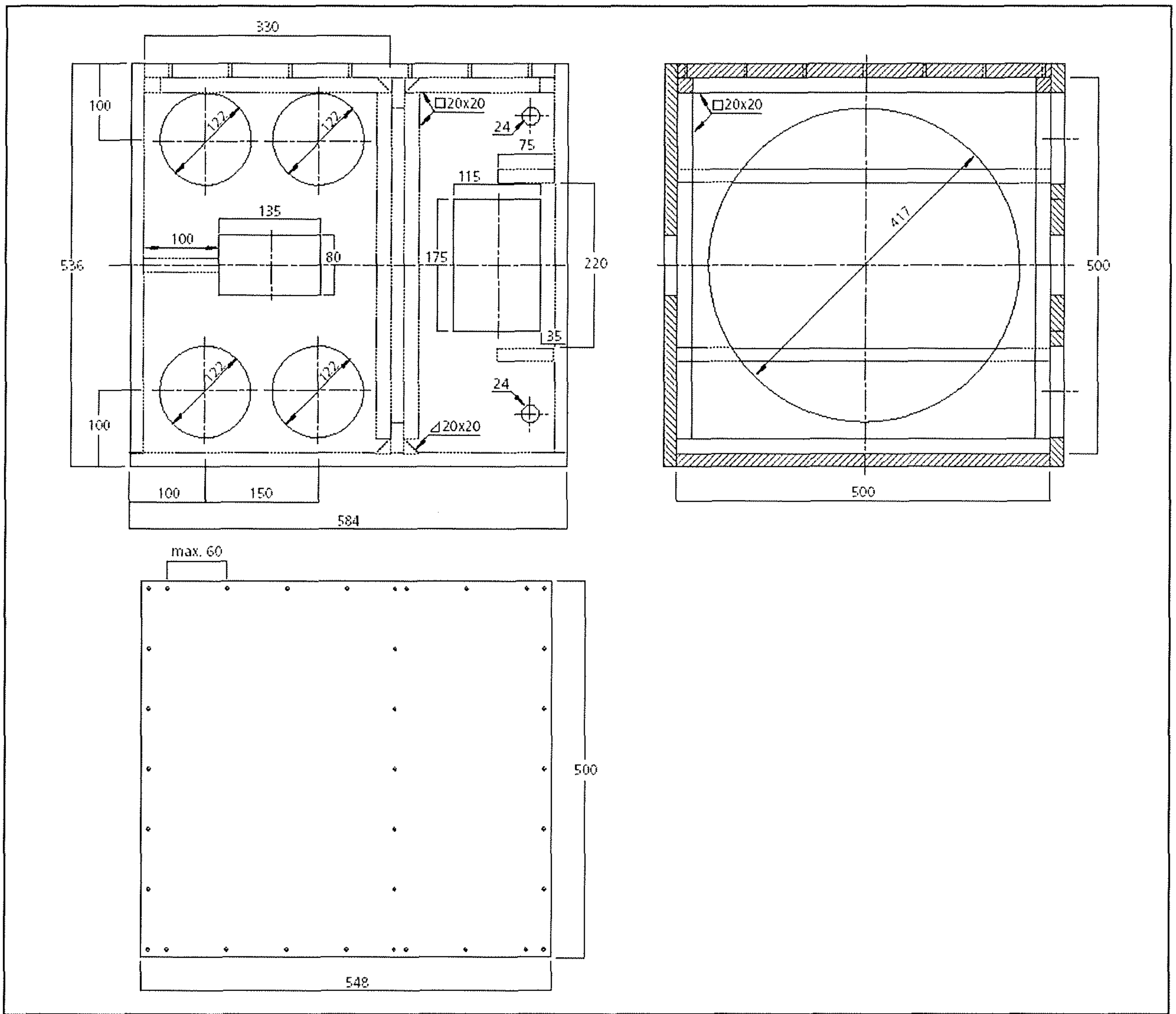
In figuur 4/12.11-6 is de behuizing voorgesteld, vóórdat de onderdelen waren gemonteerd en het laatste paneel werd bevestigd.



Figuur 4/12.11-6: Een inkijkje in de volledig gemonteerde behuizing.

Duidelijk ziet u hoe u het paneel waarop u de luidspreker bevestigt in het midden van de kast moet monteren.

12.11 Advantage-Sub, een gesloten box voor 45 cm subwoofers



Figuur 4/12.11-5: De constructietekening van de behuizing.

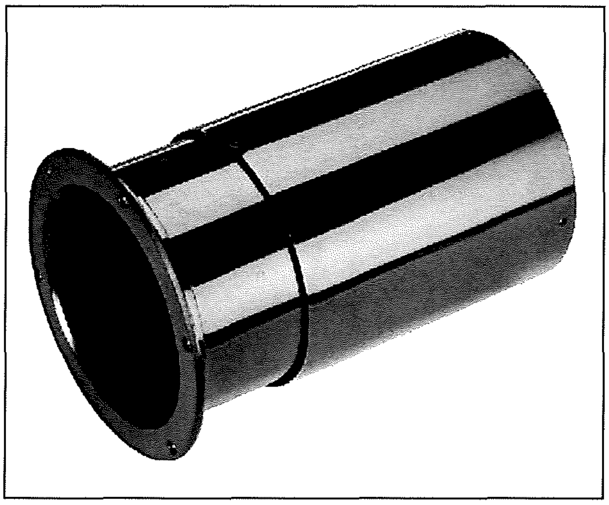
Verder ziet u de drie verstevigingsribben van 100 mm bij 500 mm en 75 mm bij 100 mm, die de box de noodzakelijke mechanische stevigheid geven. In de linker zijkant zijn twee gaten aangebracht. Een van die gaten is bedoeld voor de handgreep, de andere voor een aansluitpaneel. De ontwerpers van de box hebben dus aan beide zijwanden een aansluitpaneel aangebracht, die natuurlijk elektrische gewoon parallel worden geschakeld en verbonden met de luidspreker aansluitingen. Dat tweede aansluitpaneel is natuurlijk niet per sé noodzakelijk en u kunt het, als u er de handigheid niet van inziet, ook weglaten.

De bass-reflex tubes

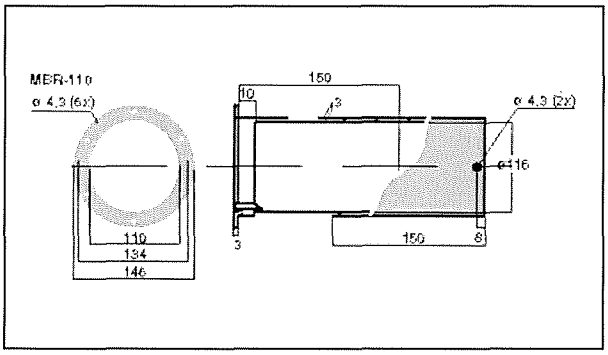
Zoals reeds geschreven zijn, bij het ontwerp van een gesloten box, de bass-reflex tubes de belangrijkste onderdelen van het ontwerp. In dit ontwerp worden vier tubes van het type MBR-110 van Monacor toegepast, zie figuur 4/12.11-7. In figuur 4/12.11-8 zijn de afmetingen nog

12.11 Advantage-Sub, een gesloten box voor 45 cm subwoofers

eens duidelijk voorgesteld, zodat u op zoek kunt gaan naar identieke tubes van een ander merk. De tubes bestaan uit twee delen die in elkaar glijden. De juiste lengte moet u instellen op 17 cm, belangrijk voor een juiste aanpassing aan de eigenschappen van de subwoofer.



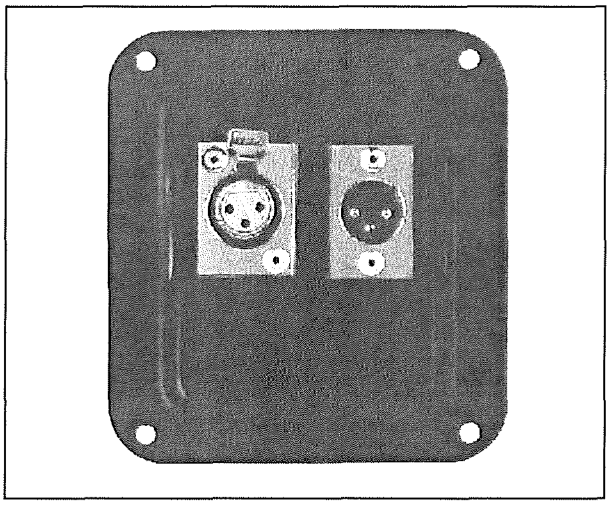
Figuur 4/12.11-7: De bass-reflex tubes van het type MBR-110.



Figuur 4/12.11-8: De afmetingen van de toe te passen bass-reflex tubes.

Eindmontage

Bevestig de subwoofer op het tussenpaneel, met de magneet in het kleinste compartiment. Gebruik zelfklevende schuimtape om de randen van de luidspreker volledig luchtdicht af te sluiten. Monteer de twee aansluitpanelen, zie figuur 4/12.11-9, de handgrepen en maak de soldeerverbindingen tussen de connectoren onderling en naar de luidspreker. Vul het kleinste compartiment volledig met polyester wattendekens, waarbij u er voor moet zorgen dat de wattendekens geen contact maken met de conus van de speaker.
Schroef tot slot het laatste zijpaneel van 500 mm bij 548 mm in de nog open zijwand.



Figuur 4/12.11-9: De twee aansluitpanelen die in deze box worden toegepast.

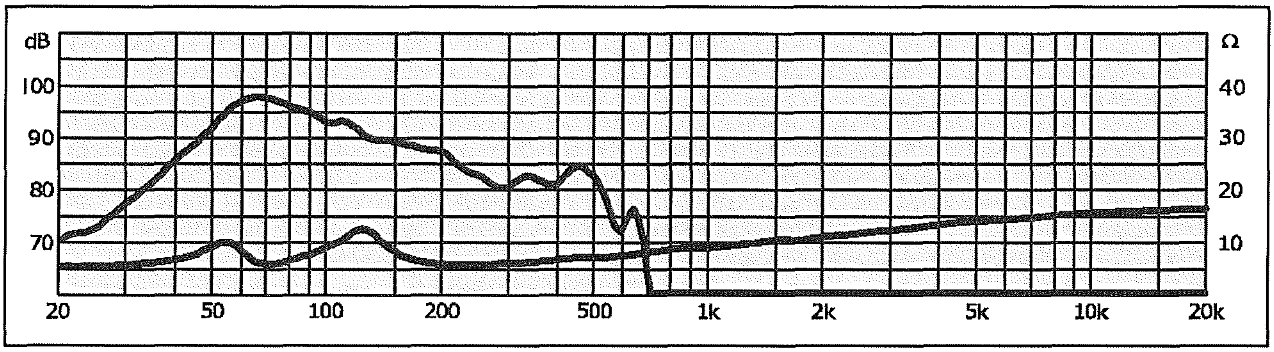
Resultaten

De specificaties van luidspreker plus box zijn als volgt samen te vatten:

- impedantie:
  8 Ω
- frequentiebereik:
  40 Hz - 160 Hz
- gemiddelde geluidsdruk:
  97 dB
- maximale belasting:
  500 W_{RMS}

In figuur 4/12.11-10 zijn de karakteristieken van de gesloten box weergegeven. Als u deze vergelijkt met de karakteristieken van de luidspreker (figuur 4/12.11-3), dan merkt u op dat de ont-

12.11 Advantage-Sub, een gesloten box voor 45 cm subwoofers



Figuur 4/12.11-10: De karakteristieken van de gesloten box.

werpers er uitstekend in zijn geslaagd de impedantiepiek bij de resonantiefrequentie weg te werken en de weergave in het laag op te peppen.